

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr.-Ing. W. REICHEL
GEH. REGIERUNGSRAT
DIREKTOR D. SIEMENS-SCHÜCKERT-WERKE

Dr.-Ing. e. h. Dr. R. ULBRICHT
PRÄSIDENT DER KGL. GENERALDIREKTION
DER SÄCHS. STAATSEISENBAHNEN, DRESDEN

Dr.-Ing. e. h. G. WITTFELD
WIRKLICHER GEH. OBERBAURAT
VORTR. RAT I. MINIST. F. ÖFFENTL. ARBEITEN,
BERLIN

W. STAHL +
OBERBAURAT, MITGLIED D. GROSSH. GENERAL-
DIREKTION D. BADISCH. STAATSEISENBAHNEN,
KARLSRUHE

K. WILKENS
DIREKTOR
DER ELEKTROWERKE A.-G.

Dr. B. GLEICHMANN
MINISTERIALRAT IM KGL. BAYER. STAATS-
MINISTERIUM F. VERKEHRSANGEL., MÜNCHEN

SCHRIFT-
LEITUNG **EUGEN EICHEL** BERATENDER
INGENIEUR : : :
CHARLOTTENBURG 4-BERLIN, WAITZSTRASSE 7
FERNSPR.: STEINPLATZ 9264 · TEL.-ADR. EKABE



VERLAG VON R. OLDENBOURG
EXPEDITION: MÜNCHEN, GLÜCKSTRASSE NR. 8
FILIALE: BERLIN W., DÖRNBERGSTRASSE NR. 1

STÄNDIGE MITARBEITER: G. BRECHT, Reg.-Baumeister, Friedenau-Berlin; Geh. Hofrat Prof. BUHLE-Dresden; Amtsger.-Rat COERMANN-Straßburg i. E.; Direktor DAHLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V.D.E. G. DETTMAR-Groß-Lichterfelde-Ost; Geh. Regierungsrat Prof. FRANZ-Charlottenburg; Geh. Hofrat Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; W. HEYDEN, Reg.-Baumeister, Halle a. S.; Prof. Dr.-Ing. Gg. HILPERT-Breslau, Kgl. Techn. Hochschule; k. k. Hofrat Prof. HOCHENEGG-Wien; k. k. Oberbaurat Dr. Techn. A. HRUSCHKA-Wien; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Geh. Baurat G. KEMMANN-Berlin; Direktor KÖTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Malland; Prof. Wilhelm KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule; k. k. Oberinspektor LÜTHLEN-Wien; Regierungs- u. Oberbaurat MEYER-Altona; Prof. Dr. NIETHAMMER-Prag; Geh. Hofrat Prof. OSSANNA-München; Direktor OTTO, Berlin; Baurat PFORR, Direktor der AEG-Berlin; Prof. PHILIPPI-Nikolassee-Berlin; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Ministerialrat SCHEICHL-Wien; Reg.-Baumeister Prof. SCHIMPF-Aachen, Kgl. Techn. Hochschule; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; k. k. Baurat Dr.-Ing. SEEFELNER, Direktor der AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft Wien; SPÄGLER, Direktor der städtischen Straßenbahnen in Wien; Direktor Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESER-MEYER-Stuttgart; Oberingenieur VOGEL-Kattowitz; Geh. Regierungsrat Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg.

Jahrgang XVI.

4. Juni 1918.

Heft 16.

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 18 für den Jahrgang; in Österreich-Ungarn M. 20, im Ausland M. 21.60 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von 15 Pfg. für jeden mm Höhe bei 45 mm Spaltenbreite angenommen. Bei 6-, 12-, 18-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt. Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigelegt.

STELLENGESUCHE UND ANGEBOTE werden mit 10 Pfg. für jeden mm Höhe bei 45 mm Spaltenbreite berechnet.

Alle Zuschriften, welche die Expedition bzw. Stellengesuche und -angebote sowie den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse: Verlagsbuchhandlung R. Oldenbourg, München erbeten, solche für die Schriftleitung wolle man adressieren: E. K. B., Charlottenburg 4 - Berlin, Waitzstraße 7.

Nach Vereinbarung mit dem Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure wird die Zeitschrift für seine sämtlichen Mitglieder bezogen.

INHALT.

Einphasen-Schnellzuglokomotive der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. Von P. Müller. S. 129. — Aus dem Wirtschaftsleben. S. 135. — Aus dem Rechtsleben. S. 135. — Aus dem Unterrichtswesen. S. 136. — Preisbewerb. S. 136. — Persönliches. S. 136. — Aus den Vereinen. S. 136.

Nachdruck unserer Original-Abhandlungen und -Mitteilungen ohne unsere besondere Erlaubnis verboten! Referate sind nur unter Quellenangabe gestattet.

Einphasen-Schnellzuglokomotive der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G.

Von P. Müller.

Inhaltsangabe.

Beschreibung einer schweren Schnellzuglokomotive Bauart 2 D 1 für die Gebirgsstrecke Lauban—Königszelt der Preußischen Staatsbahn; elektrische Ausrüstung von den Bergmann-Elektrizitäts-Werken, Berlin, als Hauptlieferant, mechanischer Teil von den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, gebaut. Stromart Einphasenstrom 15000 V, $16\frac{2}{3}$ Perioden. Leistung 3000 PS bei 55 kmh; Höchstgeschwindigkeit 90 kmh. Ein großer Motor mit Stangenantrieb, zwei Blindwellen und zwei unter 90° zueinander geneigten Triebstangenpaaren. Regelung mittels Stufenschaltung bei den niederen, Bürstenverschiebung bei den höheren Geschwindigkeiten. Lnftransformator; elektropneumatische Schützen in Verbindung mit Stromteilern. Dampfkessel für Zugheizung. Dienstgewicht mit Vorräten 108 t.

Auf der mit Einphasenstrom von 15000 V, $16\frac{2}{3}$ Perioden betriebenen Strecke Lauban—Königszelt (der sog. Schlesischen Gebirgsbahn) der Preußischen Staatsbahnen ist seit Mitte vorigen Jahres eine schwere Schnellzuglokomotive im Betrieb, deren elektrische Ausrüstung von den Bergmann-Elektrizitäts-Werken, Berlin, deren Gestell von den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, geliefert ist; die Maschine weist eine Reihe bemerkenswerter technischer Einzelheiten auf und soll deshalb hier näher beschrieben werden. (Vgl. auch E.K.B. 1912, S. 684.)

Die genannte Strecke bildet einen Teil der Linie Berlin—Görlitz—Hirschberg—Breslau; ihre Länge ist 131 km.

Zur Zeit wird wegen des Kriegszustandes nur der Abschnitt Königszelt—Fellhammer elektrisch betrieben, der das niederschlesische Industriegebiet durchläuft und infolgedessen einen lebhaften Personen- und Güterverkehr, im Sommer außerdem noch den starken Reiseverkehr des Riesengebirges aufzunehmen hat. Die Haltestellen liegen sehr dicht, die mittlere Entfernung beträgt rund 5 km; die Fahrgeschwindigkeit ist verhältnismäßig hoch, die Gegend überdies gebirgig, die Strecke enthält dort zahlreiche Steigungen bis zu $20\frac{0}{100}$ und vielfach langgedehnte Kurven mit Halbmessern bis herunter zu 180 m. Die Verhältnisse liegen somit für elektrischen Betrieb sehr günstig; allerdings sind die Anforderungen hier ungewöhnlich hohe; die elektrische Maschine soll für sich allein imstande sein, die schwersten vorkommenden Personen- und Schnellzüge auf der stärksten Steigung zu befördern, die bei Dampftrieb stets Vorspann erfordern. Im einzelnen sind folgende Bedingungen gestellt. Sie soll auf Streckenabschnitten mit $20\frac{0}{100}$ Steigung und 180 m Krümmungshalbmesser Schnellzüge von 400 t, Personenzüge von 360 t und Güterzüge von 440 t Anhängelast ziehen; bei gleicher Steigung und 375 m Krümmung Güterzüge von 510 t; bei $12\frac{0}{100}$ Steigung und 375 m Krümmung Schnellzüge von 440 t, Personenzüge von 400 t, Güterzüge von 660 t; bei $10\frac{0}{100}$ Steigung und 375 m Krümmung Güterzüge von 780 t, bei gleicher Steigung und 750 m Krümmung endlich Güterzüge von 980 t. Außerdem war noch verlangt, daß sie auf ebener Strecke Schnellzüge von 500 t mit 90 kmh befördern soll, weil eine spätere Ausdeh-

nung des elektrischen Betriebes auf die angrenzenden Flachlandstrecken nach Breslau einerseits, nach Görlitz andererseits geplant ist.

Eine Nachrechnung des Kraftbedarfes auf dieser Grundlage ergibt eine erforderliche Motorleistung von rd. 3000 PS einständig bei 55 kmh, etwa 2250 PS dauernd bei 65 kmh und rund 1500 PS bei 90 kmh. Diese Leistungen gingen weit über die zur Zeit der Bestellung vorliegenden Ausführungen hinaus; trotzdem wurde auch für diese Maschine die damals übliche Bauart mit einem einzigen hochliegenden Motor und Stangenantrieb vorgeschrieben. Diese Anordnung bringt mancherlei Vorteile mit sich, wie hohe Schwerpunktslage und daher ruhigen Lauf in Krümmungen und bei hohen Geschwindigkeiten, offene Bauart und somit Übersichtlichkeit und bequeme Zugänglichkeit aller Ausrüstungsteile, geringes Gewicht und niedrige Beschaffungskosten; bei der hier verlangten außergewöhnlich hohen Leistung aber auch nicht unerhebliche Schwierigkeiten beim Entwurf des elektrischen wie des mechanischen Teiles, die eine besondere Ausgestaltung vieler Einzelheiten nötig machten; beim Motor eine eigenartige Schaltung und Regelung, beim Triebgestänge doppelte Blindwellen und Triebstangenpaare, beim Untergestell die für Schnellzugmaschinen ungewöhnliche Achsanordnung 2 D 1.

Zum Anfahren mit vollem Zuggewicht in der stärksten Steigung muß die Maschine am Radkranz Zugkräfte von 20000 kg und darüber entwickeln; sie hat daher vier Treibachsen mit je 16,5 t Achsdruck, also einem Reibungsgewicht von insgesamt 66 t erhalten.

Das gesamte Dienstgewicht der Lokomotive einschließlich eines Dampfkessels für Zugheizung, der mit Vorräten allein 8,2 t wiegt, beträgt 108 t; der Überschuß von 42 t ist auf drei Laufachsen mit je 14 t Achsdruck verteilt.

Der Durchmesser der Treibräder ist auf 1250 mm bemessen. Kleiner Raddurchmesser ist günstig, weil er leichte Achsen, kurzen Radstand, geringe Baulänge und somit auch niedriges Gewicht der gesamten Lokomotive ergibt; die untere Grenze wird hauptsächlich durch die höchste Getriebedrehzahl bestimmt; diese hat hier bei einer Höchstgeschwindigkeit von 90 kmh den Wert 380 i. d. Min., was für ein derartig schweres Triebwerk wohl als das Äußerste anzusehen sein dürfte. Der Durchmesser der Laufräder beträgt 1000 mm.

Von den beiden Blindwellen liegt die eine zwischen der ersten und zweiten, die andere zwischen der dritten und vierten Treibachse. Es werden so zwei symmetrische Antriebsgruppen gebildet, die mit einander gekuppelt sind; ihr Radstand beträgt je 2250 mm, der Abstand der inneren Treibachsen 1700 mm, der äußeren somit 6200 mm und der Gesamtradstand der Lokomotive 11250 mm.

Um trotz dieses langen Radstandes ein zwangloses Befahren von Gleiskrümmungen bis zu 180 m Halbmesser zu ermöglichen, ist nur die hintere (vierte) Kuppelachse fest gelagert, für die übrigen Achsen dagegen seitliche Beweglichkeit vorgesehen. Die beiden mittleren Treibachsen, deren Spurkränze gegenüber dem normalen Profil um 13 mm dünner gedreht sind, besitzen je 12 mm Seitenverschiebung nach Gölsdorfscher Anordnung. Die Räder haben mithin gegenüber der Schiene beiderseits $13 + 12 = 25$ mm Spielraum. Die erste Treibachse besitzt gleichfalls 25 mm Seitenverschiebung; sie ist mit den davor liegenden beiden Laufachsen zu einem dreiachsigen Kraußschen Drehgestell verbunden. Die Lokomotive hat also keinen festen Radstand, ihre Führung erfolgt vielmehr mittelbar durch die eine festgelagerte Treibachse einerseits und den Zapfen des Kraußgestelles andererseits. Der Abstand dieser beiden Punkte, also die geführte Länge, beträgt 7300 mm; das Verhältnis dieses Wertes zu dem Gesamtradstand, die sog. Güteziffer der Führung, ist somit 0,65.

Die beiden zu dem Kraußgestell gehörigen Laufachsen am anderen Ende der Lokomotive sind für sich als zweiachsiges Drehgestell ausgebildet. Der Rahmen dieses Gestelles stützt sich auf beide Laufachsen mit vier Tragfedern, von denen die beiden hinteren fest gelagert, die beiden vorderen durch einen Querhebel miteinander verbunden sind, ruht mithin auf drei Stützpunkten. Der Hauptrahmen seinerseits legt sich auf den Drehgestellrahmen mittels zweier Gleitflannen auf. Im Mittelpunkt des Drehgestelles ist ein Führungszapfen mit Kugelgelenk angebracht; in Gleiskrümmungen von 180 m Halbmesser bewegt sich dieser um 54 mm zur Seite, wobei die Verschiebung der hinteren Laufachse durch seitliche Anschläge auf 33 mm nach jeder Seite beschränkt ist; der größte Ausschlag des Drehgestelles beträgt 72 mm.

Die Verbindung dieses Drehgestelles mit der vorderen Treibachse erfolgt durch einen zweiarmigen Hebel, der aus kräftigen Blechen und Winkeln zusammengebaut ist. Er ist an Federn aufgehängt und auf diese Weise entlastet; durch besondere seitliche Federn wird er in seiner wagerechten Lage gehalten. Er greift mit dem vorderen Ende an dem Mittelzapfen des zweiachsigen Drehgestelles, mit dem hinteren Ende mittels Kugelgelenk an der vordersten Treibachse an; er dreht sich um einen am Hauptrahmen befestigten, gleichfalls mit Kugelgelenk versehenen Zapfen, besitzt dort eine seitliche Verschiebbarkeit von 20 mm und ist mit einer aus Winkelblechen und Federn bestehenden Einrichtung versehen, die ihn stets in die Mittellage zurückführt, wenn die Lokomotive aus der Gleiskrümmung in die Gerade einfährt.

Die am hinteren (Heizkessel-) Ende der Lokomotive befindliche einzelne Laufachse ist in einem Bisselgestell mit 55 mm Seitenspiel und Rückstellvorrichtung gelagert. Der Hauptrahmen stützt sich mit zwei Querfedern auf den Mittelpunkt der Laufachse, so daß die Last sich auf beide Räder gleichmäßig verteilt.

Der Gewichtsausgleich bei den Treibachsen ist in der Weise bewirkt, daß die Tragfedern jedes Treibachspaars unter sich durch Längshebel verbunden sind; das ergibt für den Hauptrahmen eine Vierpunktaufhängung, die sich durch die Laufachsstützpunkte um $3 + 1$ Punkt, mithin im ganzen auf 8 Punkte erhöht.

Die Lagerung der Treibachsen ist in der bei Dampflokomotiven üblichen Art ausgebildet, nur mit dem Unterschied, daß die Stellkeile jeder Achsgruppe paarweise nach entgegengesetzten Richtungen wirken. Der Grund hierfür ist der, daß die Lager der zwischen je zwei Treibachsen liegenden Blindwellen entsprechend der Hauptrichtung der dort auftretenden Kräfte nur in senkrechter, nicht aber in wagerechter Richtung, und zwar durch Keile nachstellbar sind. Die Lager der Ankerwelle, die bei 320 mm Durchmesser 360 mm lang sind, haben halbrunde Schalenpaare mit Weißmetallausguß ohne besondere Nachstellung; es ist aber Vorsorge getroffen, daß ein ganz geringes Anheben des Ankers genügt, um sie herausnehmen zu können.

Sowohl die Anker- wie die Blindwellenlager haben Kissen- und Dochtschmierung, Spritzringe und Auffanggefäße für das austretende Öl; die übrigen Lager sind mit gewöhnlichen, aber besonders großen Ölgefäßen versehen.

Entsprechend der Nachstellbarkeit der verschiedenen Achslager ist auch die der Gestängelager eingerichtet. Die Stangenköpfe an den Treibachsen haben die üblichen Stellkeile, mit denen die Lager in wagerechter Richtung nachgezogen werden können, nur liegen sie, wie bei den Achslagern selbst, immer nach der benachbarten Blindwelle zu, wirken also in entgegengesetzter Richtung. Die Lager an den Blindwellenzapfen bestehen aus einteiligen, also nicht

tretenden Lagerspielen im Getriebe zu beseitigen. Besteht nämlich solches Spiel, so läuft die treibende Welle beim jedesmaligen Durchgang durch die Totpunktlage, also beim Hubwechsel so lange leer, bis die betreffende Stange sich um den ganzen Betrag des Lagerspielen nach der entgegengesetzten Seite bewegt und mit der anderen Lagerflanke gegen den Zapfen gelegt hat. Der Motor beschleunigt sich während dieser Zeit, trifft also, wenn der Spielraum durchlaufen ist, mit erhöhter Geschwindigkeit schlagartig auf die angetriebene Stange. Man muß daher den Totpunkt und den damit verbundenen Hubwechsel zu vermeiden suchen, und das ist, wenigstens bei den Anker- und Blindwellenlagern, dadurch möglich, daß man an jedem Stangenkopf nicht nur eine, sondern zwei Stangen in verschiedenen Richtungen angreifen läßt. Eine einzelne Stange kann immer nur eine periodisch wechselnde Kraft in Richtung ihrer Längsachse ausüben, dagegen bilden die Kräfte zweier zu-

gegen nicht so gut; indessen hat hier jeder Zapfen nur halb so viel Leistung zu übertragen wie an der Ankerkurbel, und dann findet auch infolge der unmittelbaren Verbindung beider unteren Stangenköpfe ein gewisser Ausgleich zwischen ihnen statt in der Weise, daß die von beiden Punkten ausgehenden Kräfte, die Schwingungen erregen könnten, in der Phase verschieden sind und daher einander teilweise aufheben.

Die Wirkung dieser Anordnung entspricht vollkommen den Erwartungen; trotz der großen Massen treten bei gut eingestellten Lagern Zuckungen fast gar nicht auf, bei größerem Lagerspiel auch nur in Form einer leichten und durchaus unschädlichen Schaukelbewegung. Die kritische Geschwindigkeit liegt um 40 kmh herum; bei höheren Geschwindigkeiten, etwa von 55 kmh ab, läuft die Maschine stets auffallend ruhig. Diese Beobachtung ist auch bei älteren Maschinen mit Stangenantrieb wiederholt gemacht

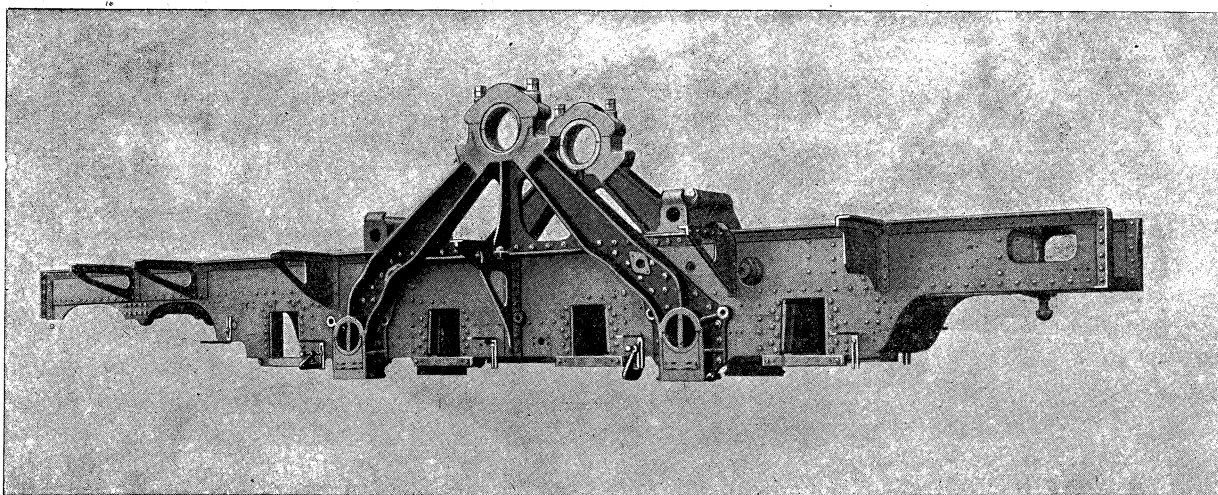


Fig. 89. Hauptrahmen mit aufgesetzten Lagerböcken.

einander geneigter Stangen mit gemeinsamem Kopf eine Resultierende von dauernd umlaufender Richtung und einer Größe, die niemals unter einen gewissen Wert sinkt, so daß ein Totpunkt nicht mehr besteht, vielmehr das Stangenlager in jedem Augenblick fest am Zapfen anliegt. Die Wirkung ist am vollkommensten, wenn beide Stangen zueinander senkrecht stehen; denn dann ergibt sich als resultierender Lagerdruck eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit im gleichen Sinne umlaufende Kraft von unveränderlicher Größe. Je mehr dagegen der Winkel zwischen beiden Stangen von 90° abweicht, um so ungleichmäßiger werden die Kräfte in den verschiedenen Kurbelstellungen. Voraussetzung ist dabei, daß beide Stangen in gleicher Weise arbeiten, also beide treiben oder beide getrieben werden; wirkt dagegen die eine als Treib-, die andere als Kuppelstange, so läuft der resultierende Lagerdruck im entgegengesetzten Sinne um und kann dann wieder Anlaß zu Rüttelbewegungen geben.

Diesen Grundsätzen entsprechend ist das Gestänge hier in der Form ausgebildet, wie Fig. 88 sie zeigt. Von dem an der Ankerkurbel angreifenden Stangenkopf gehen zwei Treibstangen aus, die unter 90° gegeneinander geneigt sind und zu den beiden Blindwellen führen; an ihren unteren Köpfen sind unmittelbar die wagerecht liegenden Kuppelstangen angelenkt. Das Getriebe bildet also auf jeder Seite ein geschlossenes Dreieck, gewissermaßen einen umgekehrten Kandorahmen, mit einem Winkel von 90° an der Spitze, der Ankerkurbel, und 45° an den beiden unteren Ecken, den Blindwellenzapfen. An dem oberen Kopf sind also die Kräfte vollkommen ausgeglichen, an den Blindwellen da-

worden; sie dürfte auf die Wirkung der Fliehkraft zurückzuführen sein, die bei diesen Geschwindigkeiten die Zug- und Druckkräfte in den Stangen weit übertrifft, und die ebenfalls den Stangenkopf in jeder Kurbelstellung mit gleichförmig umlaufender Kraft von unveränderlicher Größe gegen den Zapfen preßt und somit den Einfluß des Lagerspielen unschädlich macht, genau so, wie zwei zueinander senkrechte Stangen es tun würden. Es ist denn auch in dem ganzen bisherigen Betriebe an dem Gestänge nicht die geringste Schwierigkeit, sei es auch nur gelegentliches Warmlaufen oder besondere Abnutzung einzelner Stangenlager, aufgetreten, ein Beweis, daß ein solches Getriebe bei richtiger Durchbildung selbst unter so außergewöhnlichen Verhältnissen vollkommen betriebssicher arbeiten kann.

Ein gewisser Zwang zu der Anordnung doppelter Treibstangen lag übrigens auch in der Größe der zu übertragenden Leistung; bei der üblichen Form mit nur einer Treibstange auf jeder Lokomotivseite hätte der Querschnitt kaum groß genug gemacht werden können, um die von diesem Motor ausgeübten Kräfte mit Sicherheit aufzunehmen.

Neben der Ausgestaltung des Triebgestänges selbst ist eine weitere wesentliche Voraussetzung für dauernd ruhigen Lauf eine möglichst feste, gegenseitig unveränderliche Lagerung der Anker- und Blindwellen. Diese bot infolge der hier auftretenden starken Kräfte und der großen Entfernung zwischen den einzelnen Wellen — die Ankerwelle liegt 1975 mm über der Ebene der Blindwellen, letztere haben einen Abstand von 3950 mm voneinander — nicht geringe Schwierigkeiten; die Aufgabe ist aber in sehr zweckmäßiger Weise gelöst worden. Die drei Lager jeder Seite

sind in einem gemeinsamen großen A-förmigen Lagerbock untergebracht, der aus je zwei, durch Rippen versteiften und mit starken Schraubenbolzen verbundenen Teilen besteht. Die Anordnung ist aus Fig. 89 ersichtlich, die den Hauptrahmen während des Zusammenbaues darstellt. Die Böcke sind von außen in die durchlaufenden Rahmenbleche eingelassen und mit Bolzen befestigt. Zwischen den Füßen der gegenüberliegenden Lagerböcke sind zwei kräftige Stahlgußquerträger, auf den Rahmenplatten aufsitzend, eingebaut; sie sind auf jeder Seite durch zwei eingeriebene Paßbolzen von 140 mm Durchmesser mit den Lagerböcken und den dazwischen liegenden Rahmenblechen unverrückbar verankert. Die Querträger sind durch eine Blech- und Winkelkonstruktion an die vorderen und hinteren Rahmenversteifungen angeschlossen. In der Mitte sind die Lagerböcke noch durch Stahlgußkonsolen gestützt, die außen am Rahmen befestigt und unter sich am unteren Ende durch ein querliegendes Stahlgußstück, in Höhe der Achsen durch ein wagerechtes Versteifungsblech verbunden sind. Die beiden Lagerböcke ergeben mit den Querträgern zusammen ein überaus festes und steifes Gestell, dessen Form sich der Anordnung des Getriebes und dem dadurch bedingten Kräfteverlauf in besonders günstiger Weise anschmiegt, und das zugleich auch einen äußerst festen Grundrahmen für die Lagerung des Motors bildet.

Der Motor ist mit seinen 3000 PS der weitaus stärkste Bahnmotor, der je gebaut ist, und zwar nicht nur für Einphasenstrom, sondern überhaupt für jede Stromart. Er hat bei dieser Leistung eine Drehzahl von 240 i. d. Min., also ein Drehmoment von 9000 mkg; die höchste Drehzahl beträgt 380, sie liegt somit beträchtlich über der normalen; trotzdem soll der Motor hierbei immer noch eine Leistung von mindestens 1500 PS geben können. Gerade diese Forderung stellt im Verein mit der Höhe der Leistung an sich für den Entwurf des Motors angesichts der notwendigen Beschränkung an Raum und Gewicht eine nicht leicht zu erfüllende Bedingung dar. Das Gewicht des Motors muß, wie bei allen Bahnapparaten, mit Rücksicht auf den Achsdruck, das des Ankers im besonderen noch wegen der Massenwirkungen auf das Getriebe so niedrig wie irgend möglich gehalten werden. Die räumlichen Abmessungen sind in der Breite durch den Abstand der Rahmenbleche, im Durchmesser nach oben durch die Umgrenzungslinie, nach unten durch die Lage der Treibachsen begrenzt. So ergibt sich für den Gehäusedurchmesser ein Höchstwert von rund 3,5 m, für die Breite ein solcher von rd. 1,1 m. Um in diesen beschränkten Raum einen nicht zu schweren Motor von der geforderten Leistung einbauen zu können, sind beim Entwurf solche Grundsätze befolgt, die eine möglichst günstige Ausnutzung von Gewicht und Raum ergeben, und außerdem ist eine besondere Schaltungsart angewendet worden.

Der gewöhnliche Reihenschlußmotor und verwandte Typen haben bei voller Spannung und Leistung eine gewisse Drehzahl, die nur unter gleichzeitiger Abnahme der Belastung entsprechend der Charakteristik gesteigert werden kann. Bei der für den Motor zulässigen Höchstgeschwindigkeit, die im allgemeinen rund 50%, hier sogar 60% über der normalen liegt, ist die Leistung meist nur noch recht gering. Trifft man also, wie üblich, die Anordnung so, daß die Höchstgeschwindigkeit, die für den Motor zulässig ist, mit der für die Lokomotive vorgeschriebenen zusammenfällt, so hat diese wohl ausreichende Leistung bei mittlerer, nicht aber bei der Höchstgeschwindigkeit. Ändert man das Verhältnis zwischen Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit so, daß der Motor bei der Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive noch genügend Leistung gibt, so ist wiederum die Zugkraft bei mittlerer Geschwindigkeit zu klein. Diese Schwierigkeit wird hier durch eine neue Schaltungsart vermieden. Wenn

die volle Spannung am Motor erreicht ist und die Geschwindigkeit noch weiter gesteigert werden soll, als der normalen Charakteristik entspricht, so werden bei unveränderter Spannung die Bürsten auf dem Kommutator verschoben. Man kann so auf einfachste Weise die Drehzahl des Motors innerhalb gewisser Grenzen nach Belieben regeln und dabei die Stromstärke auf voller Höhe halten, somit auch bei der Höchstgeschwindigkeit der Maschine noch nahezu die volle Leistung herausholen. Die Charakteristik einer solchen Lokomotive nähert sich also in gewissem Sinne derjenigen der Dampflokomotive, die bekanntlich ihre größte Leistung bei voller Geschwindigkeit hat. Diese Schaltungsart beseitigt somit einen mit Recht vielfach als sehr nachteilig empfundenen Mangel und bringt so eine nicht unwesentliche Verbesserung der elektrischen Lokomotive mit sich, ohne ihre sonstigen Vorzüge zu beeinträchtigen.

Allerdings ist die Regelung mittels Bürstenverschiebung nicht ohne weiteres bei jedem Motor möglich, vielmehr

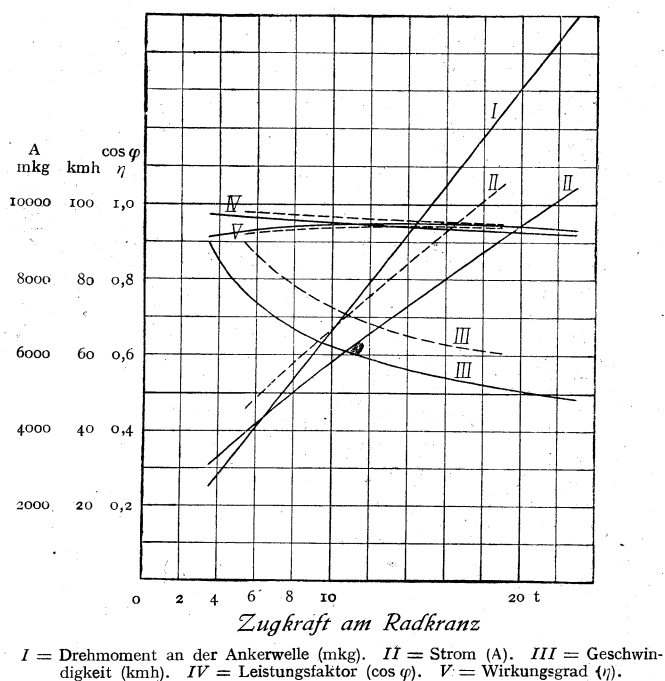


Fig. 90. Kennlinien des Antriebsmotors.

— Niedrigste Bürstenstellung
- - - - - Höchste Bürstenstellung.

muß dazu die Statorwicklung mit Rücksicht auf die Kommutierung in besonderer Weise ausgebildet werden. Bei den hohen Umfangsgeschwindigkeiten, die hier verwendet sind (am Kommutator beispielsweise bei der Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive 42 ms!) läßt sich einwandfreie Stromwendung nur durch Wendepole erreichen. Gewöhnliche Wendepole sind aber bei Bürstenverschiebung nicht verwendbar; sie müßten so breit sein, daß sie den ganzen Bereich der Verschiebung nach der einen wie nach der anderen Drehrichtung hin überdecken, würden dann zu viel Platz wegnehmen, der für das nutzbare magnetische Feld verloren geht, und könnten außerdem in gewissen Bürstenstellungen zu störenden Nebenerscheinungen Anlaß geben. Deshalb sind hier besondere ausgeprägte Wendepole ganz vermieden, es werden vielmehr schmale Abschnitte der Hauptpole als Wendefeld mitbenutzt, wobei dafür gesorgt ist, daß bei jeder beliebigen Bürstenstellung in der jeweiligen Wendezone stets die passende Feldstärke herrscht. Die richtige Erregung an dieser Stelle wird völlig selbsttätig durch eine eigenartige Ausbildung der Ständerwicklung bewirkt; eine genaue Beschreibung dieser Einrichtung würde hier zu weit führen, sie macht die Wicklung aber keineswegs kom-

plizierter als die sonst üblichen, erfordert auch durchaus nicht etwa mehr Wickelkupfer, sondern im Gegenteil sogar weniger, und zwar aus zwei Gründen: weil mit den besonderen Wendepolen auch die besondere Erregerwicklung dafür wegfällt, und weil der so frei werdende Raum für eine Verstärkung des Hauptfeldes verwendet werden kann, was zu einer besseren Ausnutzung des Umfanges und somit zu einer

gehende Ersparnis an Raum und Gewicht angestrebt worden. Der Entwurf von Kommutatormotoren ist bekanntlich im Vergleich zu anderen elektrischen Maschinen stark eingeeignet durch die Bedingung, daß die transformatorische Kurzschlußspannung zwischen zwei Segmenten im Stillstand einen gewissen, ziemlich niedrigen Wert nicht überschreiten darf, weil sonst zu starkes Bürstenfeuer und zu schwaches Anlaufmoment die Folge wären. Diese Spannung ist nun proportional dem Produkt aus der Feldstärke jedes Poles und der Windungszahl zwischen zwei Segmenten. Letztere wird bei größeren Motoren fast ausnahmslos gleich gemacht; daraus folgt dann für die Feldstärke ein gewisser Höchstwert. Dieser Wert ist nun im Verhältnis zu Maschinen entsprechender Größe für andere Stromarten sehr niedrig, deshalb muß der Kommutatormotor geringe Polbreite und demgemäß hohe Polzahl erhalten; diese bedingt wiederum eine große Zahl von Bürstensätzen und somit starke Belastung des Kommutators, ferner eine hohe Wechselzahl im Ankereisen und entsprechend hohe spezifische Eisenverluste; das zwingt nun wieder zu geringerer Eisensättigung, wodurch aber die Leistung des Motors heruntergedrückt wird.

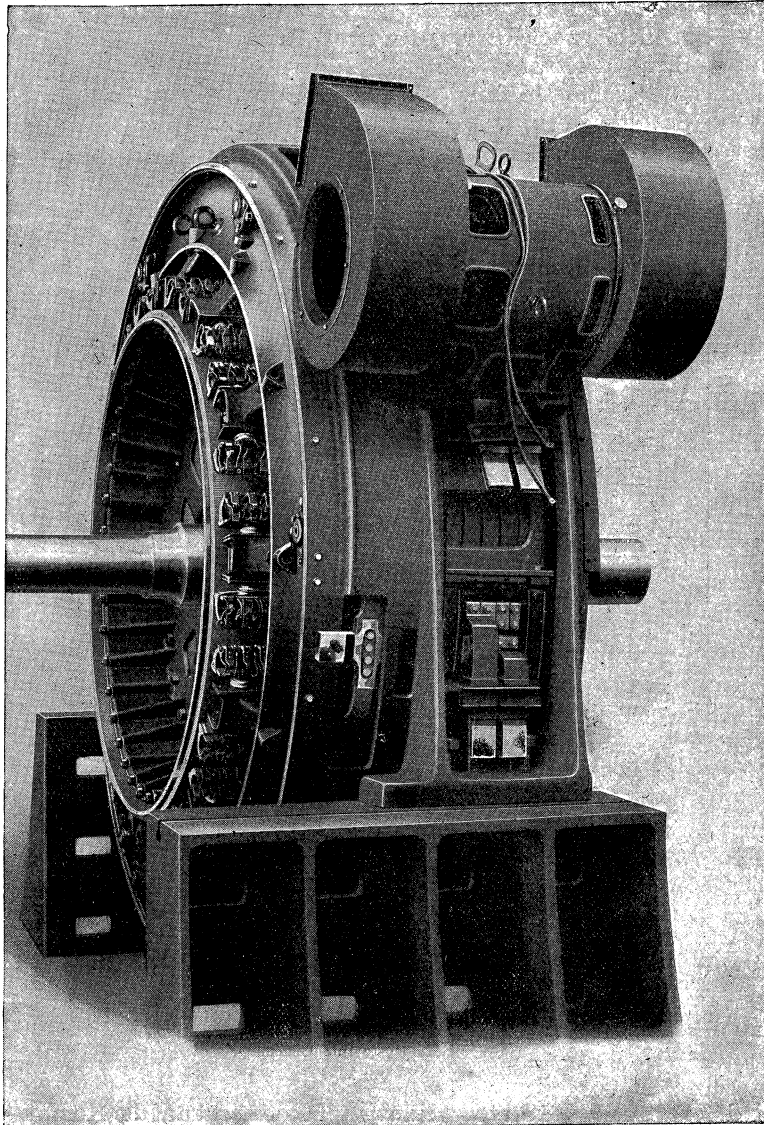


Fig. 91. Antriebsmotor mit Kühlgebläse.

Spannung	350 V	Durchmesser des Ankers	2700 mm
Frequenz	16 ² / ₃ Per.	Durchmesser des Kommutators	2100 »
Strom	7000 A	Polzahl	26
Leistung	3000 PS	Zahl der Kohlenbürsten	156
Drehzahl	240	Abmessung d. Kohlenbürsten 12×60×70mm	
Höchste Drehzahl	380	Gesamtgewicht	22 t
Durchmesser des Gehäuses	3500 mm		

Verkleinerung der Abmessungen des ganzen Motors, also auch der Wicklungen führt. Ebenso sind auch keine besonderen Konstruktionsteile nötig, denn ein drehbares Joch muß der Motor doch haben, damit man zu den unteren Bürstenhaltern gelangen kann, ferner auch keine zusätzlichen Schalter, Transformatorspulen oder -anzapfungen, Leitungen usw.; so daß man zusammenfassend sagen kann: Die neue Schaltungsart vergrößert die Leistung bei den höheren Geschwindigkeiten, wobei sie keinerlei Mehraufwand irgendwelcher Art erfordert, sondern sogar noch kleinere Motorabmessungen gibt.

Neben dieser neuen Schaltungsart ist auch durch besondere Bemessung der Wicklungen eine möglichst weit-

Diese Nachteile sind hier dadurch vermieden, daß die Ankerwicklung nur mit einer halben Windung zwischen zwei Segmenten ausgeführt ist. Solche Wirkungen bringen zwar vielfach gewisse Schwierigkeiten mit sich, besonders wenn, wie im vorliegenden Fall, die Kohlenbürsten so schmal sind, daß sie nur zwei Segmente bedecken. Bei richtiger Anordnung sind sie aber durchaus brauchbar; sie bringen den Vorteil mit sich, daß die Feldstärke jedes Poles den doppelten Wert haben darf, so daß man breitere Pole verwenden kann; daraus ergibt sich eine kleinere Polzahl, also auch niedrigere Wechselzahl und infolgedessen auch kleinere spezifische Verluste im Ankereisen. Die magnetische Dichte kann bedeutend erhöht werden; man kann damit sehr wohl auf die bei Gleichstrommotoren üblichen Werte gehen, zumal die spezifischen Eisenverluste bei Wechselfeldern für gleiche Liniendichte und Wechselzahl viel geringer sind als bei Gleichstromfeldern. Mit der Polzahl sinkt auch die Zahl der Bürstensätze. Die Kommutatorfläche ist nicht mehr durch die Bürstenhalter fast völlig verdeckt, es liegen vielmehr zwischen den einzelnen Haltern größere Teile der Oberfläche frei, so daß die Kühlluft weit besseren Zutritt hat und die Erwärmung stark heruntergeht.

Infolge dieser besseren Kühlung kann die Umfangsgeschwindigkeit sehr hoch getrieben werden; die Grenze wird nicht mehr durch die Erwärmung infolge Bürstenreibung, sondern durch die Rücksicht auf die Stromwendung gegeben; diese wird aber, wie bei allen größeren Kommutatormaschinen, durch geeignete Wendefelder bewerkstelligt. Bekanntlich treten bei Wechselstrommotoren unter der Bürste zwei Spannungen auf, die durch das Wechselfeld induzierte und deshalb dem Wechselstrommotor eigentümliche transformatorische Kurzschlußspannung und die durch die Stromumkehr hervorgerufene Wendespannung, die sich auch bei Gleichstromankern findet. Bei derartig großen, schnellaufenden Motoren niedriger Frequenz ist die Wendespannung die weitaus größere; es ist daher wichtig und notwendig, in erster Linie diese Spannung durch geeignete Wendefelder, die in Phase mit dem Arbeitsstrom sein müssen, auszugleichen. Die Transformatorspannung muß, wie bereits erwähnt, schon mit Rücksicht auf den Anlauf klein gehalten werden; deshalb ist ihr Einfluß bei höheren Ge-

schwindigkeiten von selbst so gering, daß besondere Gegenmittel, wie phasenverschobene Wendefelder, unnötig sind. Felder letzterer Art pflegen die eigentliche Stromwendung vielfach ungünstig zu beeinflussen, sie bringen auch sonst gewisse Nachteile mit sich: Motoren, die ohne phasenverschobene Wendefelder nur mit reiner Reihenschlußerregung der Wendepole arbeiten, haben nicht nur höheren Leistungsfaktor, sondern erfahrungsgemäß auch besseren Wirkungsgrad. Ersterer beträgt hier, wie aus den Kennlinien Fig. 90 hervorgeht, bei voller Leistung 94%, letzterer 95%.

Die Verluste in Höhe von 5% entsprechen bei 3000 PS Leistung einer sekundlich in Wärme umgesetzten Energie von rund 100 kW, die an die Luft des Maschinenraumes abgegeben wird. Diese Luftmenge ist aber nur gering, würde sich also sehr stark erwärmen, wenn nicht für dauernden Luftwechsel gesorgt wird. Da der natürliche Austausch mit der Außenluft von den Windverhältnissen abhängt und deshalb sehr ungleichmäßig ist, so ist der Motor mit einem Gebläse ausgerüstet, das ihm ständig frische Kühlluft von außen her zuführt (vgl. Fig. 91). Es besteht aus einem Kommutatormotor von 30 PS, der auf dem Gehäuse Rücken des großen Motors befestigt ist und an jeder Seite fliegend aufgesetzte Windflügel trägt. Die Luft wird aus einer auf dem Dach befindlichen Haube angesaugt, deren Schlitze mit doppelten Drahtsieben gegen das Eindringen von Staub, Regen usw. geschützt sind. Der eine Windflügel drückt Kühlluft von der Seite her in den Ankerstern, von wo sie durch radiale Schlitze in den Eisenkörpern von Anker und Ständer läuft und aus Öffnungen im Gehäuse Rücken entweicht; der zweite treibt einen Luftstrom in das als Ringkammer ausgebildete Bürstenjoch und von hier durch die düsenartig geformten Bürstenarme teils auf die Kommutatorfläche, teils gegen die Bürstenhalter. Der Betrieb hat übrigens gezeigt, daß diese künstliche Kühlung nur bei andauernder starker Belastung und hoher Außentemperatur erforderlich ist; sonst genügt die durch den Motor selbst hervorgerufene Luftbewegung vollkommen.

(Fortsetzung folgt.)

Aus dem Wirtschaftsleben.

Beschleunigung des Geschäftsverkehrs mit Wumba R. III. Anträge auf Freigabe bzw. Nachweis von elektrischen Maschinen und Apparaten sind stets an die Technische Bezirksdienststelle desjenigen Bezirkes zu richten, in dem der endgültige Empfänger der Maschinen ansässig ist. Anträge, welche unmittelbar an Wumba R. III, elektr. Abtlg., gesandt werden, erfahren in der Bearbeitung keine Beschleunigung, sondern eine Verzögerung, da der Antrag an die zuständige Tebedienststelle zwecks Prüfung an Ort und Stelle zurückgeleitet werden muß.

Der kürzeste und schnellste Weg für alle Anträge führt in jedem Falle über die zuständige Tebedienststelle.

Verfügungserlaubnis für beschlagnahmte elektrische Maschinen. In letzter Zeit häufen sich die Fälle, daß für noch in Fabrikation befindliche oder überhaupt nicht gemeldete Maschinen Verfügungserlaubnis nachgesucht wird.

Verfügungserlaubnis kann jedoch nur erteilt werden für fertiggestellte und dem Wumba R III gemeldete elektrische Maschinen.

Wem also an schneller Erledigung seiner Anträge gelegen ist, überzeuge sich vorher, ob vorstehende Voraussetzungen erfüllt sind.

Verhütung elektrolytischer Störungen bei Einführung von Ersatzmetallen¹⁾. Es wird daran erinnert, daß bei Ein-

führung neuer Teile aus Ersatzmetallen in Wasserleitungen u. dgl. an die Möglichkeit elektrolytischer Störungen gedacht und die Bildung geschlossener galvanischer Elemente ausgeschlossen werden muß. Z. B. dürfen nicht Zinkteile in Messinggehäusen eingebaut werden, es sei denn, daß etwaigen entstehenden Strömen der Weg mit Sicherheit verlegt wird. Im Charlottenburger Leitungswasser gemessen, fand das Versuchsfeld der Sektion E I die Potentialdifferenz Zink-Messing zu nicht weniger als 0,888 V.

Aus dem Rechtsleben.

Bahnen.

Kriegsdunkelheit und Straßenbahnunfälle.

Ein Triebwagen der Hamburger Straßenbahn hatte morgens gegen 5 Uhr bei unsichtigem Wetter in schneller Fahrt und ohne Glockenzeichen eine auf dem Gleis stehende, zweispännige Straßenkehrmaschine angerannt, wobei diese beschädigt und die Pferde verletzt wurden. In dem anschließenden Rechtsstreite wurde der Straßenbahnführer P. zur Zahlung von Schadensersatz verurteilt. Das Oberlandesgericht Hamburg führte am 18. Februar 1918 (Bf. I 278/17) dazu aus: Es kann nicht ganz allgemein der Satz aufgestellt werden, der Straßenbahnführer sei nicht zur Abweichung von der fahrplanmäßigen Geschwindigkeit berechtigt. Er muß vielmehr stets den gegebenen Umständen Rechnung tragen und so fahren, daß er den Zug gehörig in der Gewalt hat und ihn bei einem den gewöhnlichen Verhältnissen entsprechenden Auftauchen von Hindernissen auf der Fahrbahn rechtzeitig zum Stehen bringen kann. Ist die gewöhnliche Übersichtlichkeit der Fahrbahn durch Nebel, Dunkelheit, unzulängliche oder ganz fehlende Straßenbeleuchtung beschränkt, so muß der Wagenführer seine Fahrt entsprechend ermäßigen, selbst wenn dadurch eine Störung des für gewöhnliche Verhältnisse eingerichteten Fahrplanes herbeigeführt werden sollte. Hier handelte es sich zudem nach der eigenen Darstellung des Straßenbahnführers gar nicht um eine fahrplanmäßige Fahrt, sondern um die Überführung des Zuges nach einer Stelle, von der aus die fahrplanmäßige Fahrt erst beginnen sollte, und es war Sache des Führers, von dem Betriebsbahnhofe so frühzeitig abzufahren, daß er auch bei vorsichtiger Fahrt rechtzeitig an der betreffenden Ausgangsstelle eintreffen konnte. Dabei mußte er die ihm wohlbekanntesten zeitlichen und örtlichen Verhältnisse, insbesondere auch den Umstand in Betracht ziehen, daß die Straße infolge der Kriegswirtschaft nicht in gewöhnlicher Weise, sondern nur ganz spärlich beleuchtet war. Es würde ihn daher nicht entschuldigen, wenn die an der Unfallstelle befindliche Straßenlaterne nicht gebrannt haben sollte, da die große Dunkelheit ihn auch zu einer entsprechenden Ermäßigung der Fahrgeschwindigkeit verpflichtete und er an Stellen, wo nur die Beleuchtung durch die Hauptlaterne seines Straßenbahnwagens in Betracht kam, so fahren mußte, daß er noch vor einem in dem Kreise dieser Beleuchtung auftauchenden Hindernis abstoppen konnte.

Elektrizitätswerke.

Drehstrommaschinen als Kriegsbedarf.

Am 22. Oktober 1917 hat das Landgericht Elberfeld den Fabrikanten H. zu M. 10000 Geldstrafe wegen übermäßiger Preissteigerung verurteilt. Dieser hatte am 13. April 1916 von einem I., der bis dahin eine Kochmaschinenfabrik leitete, einen 100 pferdigen Drehstrommotor mit 715 Drehungen in der Minute erworben, für den der Verkäufer 1913 M. 3200 der A.E.G. bezahlt hatte. H. hatte die Maschine, für die er M. 12500 bezahlt hatte, dann im Mai 1917 für M. 28500 weiter verkauft. Diesen

¹⁾ Kriegsamt. Amtliche Mitteilungen u. Nachrichten, Nr. 49.

Elektrische Kraftbetriebe u. Bahnen

Zeitschrift für das gesamte Anwendungsgebiet
ELEKTRISCHER TRIEBKRAFT

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr.-Ing. W. REICHEL
GEH. REGIERUNGSRAT
DIREKTOR D. SIEMENS-SCHUCKERT-WERKE

Dr.-Ing. e. h. G. WITTFELD
WIRKLICHER GEH. OBERBAURAT
VORTR. RAT I. MINIST. F. ÖFFENTL. ARBEITEN,
BERLIN

K. WILKENS
DIREKTOR
DER ELEKTROWERKE A.-G.

Dr.-Ing. e. h. Dr. R. ULBRICHT
PRÄSIDENT DER KGL. GENERALDIREKTION
DER SÄCHS. STAATSEISENBAHNEN, DRESDEN

W. STAHL †
OBERBAURAT, MITGLIED D. GROSSH. GENERAL-
DIREKTION D. BADISCH. STAATSEISENBAHNEN,
KARLSRUHE

Dr. B. GLEICHMANN
MINISTERIALRAT IM KGL. BAYER. STAATS-
MINISTERIUM F. VERKEHRSANGEL., MÜNCHEN

SCHRIFT-
LEITUNG **EUGEN EICHEL** BERATENDER
INGENIEUR :::
CHARLOTTENBURG 4-BERLIN, WAITZSTRASSE 7
FERNSPR.: STEINPLATZ 9264 · TEL.-ADR. EKABE



VERLAG VON R. OLDENBOURG
EXPEDITION: MÜNCHEN, GLÜCKSTRASSE NR. 8
FILIALE: BERLIN W., DÖRNBERGSTRASSE NR. 1

STÄNDIGE MITARBEITER: G. BRECHT, Reg.-Baumeister, Friedenau-Berlin; Geh. Hofrat Prof. BUHLE-Dresden; Amtsger.-Rat COERMANN-Strasbourg I. E.; Direktor DARLANDER-Stockholm; Generalsekretär d. V.D.E. Dr.-Ing. e. h. G. DETTMAR-Groß-Lichterfelde-Ost; Geh. Regierungsrat Prof. FRANZ Charlottenburg; Geh. Hofrat Prof. GÖRGES-Dresden; Betriebsingenieur F. HARTIG-Peine; W. HEYDEN, Reg.-Baumeister, Halle a. S.; Prof. Dr.-Ing. Gg. HILPERT-Breslau, Kgl. Techn. Hochschule; k. k. Hofrat Prof. HOCHENEGG-Wien; k. k. Oberbaurat Dr. Techn. A. HRUSCHKA-Wien; Geh. Regierungsrat Prof. KAMMERER-Charlottenburg; Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. G. KEMMANN-Berlin; Direktor KOTTGEN-London; Direktor KOLBEN-Prag; Direktor KRÜGER-Mailand; Prof. Wilhelm KÜBLER-Dresden-A., Kgl. Techn. Hochschule; k. k. Oberinspektor LUTHLEN-Wien; Regierungs- u. Oberbaurat MEYER-Altona; Prof. Dr. NIETHAMMER-Prag; Geh. Hofrat Prof. OSSANNA-München; Kgl. Baurat OTTO, Direktor der Großen Berliner Straßenbahn, Berlin; Kgl. Baurat PFORR, Direktor der AEG-Berlin; Prof. PHILIPPI-Nikolassee-Berlin; Prof. RINKEL-Köln; Prof. Dr. RÖSSLER-Danzig-Langfuhr; Ministerialrat SCHEICHL-Wien; Reg.-Baumeister Prof. SCHIMPF-Aachen, Kgl. Techn. Hochschule; H. SCHÖRLING, Oberingenieur der Straßenbahn Hannover; k. k. Baurat Dr.-Ing. SEFEHLNER, Direktor der AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft Wien; SPÄGLER, Direktor der städtischen Straßenbahnen in Wien; Direktor Béla VALATIN-Budapest; Prof. VEESMEYER-Stuttgart; Oberingenieur VOGEL-Kattowitz; Geh. Regierungsrat Prof. Dr. W. WEDDING-Charlottenburg.

Jahrgang XVI.

14. Juni 1918.

Heft 17.

Die Zeitschrift erscheint monatlich dreimal und kostet bei Bezug durch den Buchhandel, die Postämter oder die Verlagsbuchhandlung im Inland M. 18 für den Jahrgang; in Österreich-Ungarn M. 20, im Ausland M. 21,60 bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von 15 Pfg. für jeden mm Höhe bei 45 mm Spaltenbreite angenommen. Bei 6-, 12-, 18-, 24- und 36maliger Wiederholung wird ein steigender Rabatt gewährt. Beilagen, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung beigelegt.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE werden mit 10 Pfg. für jeden mm Höhe bei 45 mm Spaltenbreite berechnet. Alle Zuschriften, welche die Expedition bzw. Stellengesuche und -angebote sowie den Anzeigenteil des Blattes betreffen, werden unter Adresse: Verlagsbuchhandlung R. Oldenbourg, München erbeten, solche für die Schriftleitung wolle man adressieren: E. K. B., Charlottenburg 4 - Berlin, Waitzstraße 7.

Nach Vereinbarung mit dem Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure wird die Zeitschrift für seine sämtlichen Mitglieder bezogen.

INHALT.

Einphasen-Schnellzuglokomotive der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. Von P. Müller. [Forts. u. Schluß.] S. 137. — **Elektrizitätsversorgung.** S. 143. — Die Eidgenössische Sammelschiene. — Walchenseekraftwerk, Bayernwerk und der Bau von Nebenbahnen. — **Aus dem Wirtschaftsleben.** S. 144. — Ordnung des elektrotechn. Dienstes für Starkstromanlagen in Baden. — Die neue österr. Kohlensteuer. — **Aus dem Ausstellungswesen.** S. 144. — **Aus den Geschäftsberichten.** S. 144. — **Persönliches.** S. 144. — **Berichtigung.** S. 144.

Nachdruck unserer Original-Abhandlungen und -Mitteilungen ohne unsere besondere Erlaubnis verboten! Referate sind nur unter Quellenangabe gestattet.

Einphasen-Schnellzuglokomotive der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G.

Von P. Müller.

(Fortsetzung von S. 135 und Schluß.)

Das gleiche Kühlverfahren mittels Gebläseluft ist auch für den Transformator benutzt. Er ist also nicht als Öl-, sondern als Lufttransformator, und zwar nach dem Manteltyp ausgeführt, da dieser sich für Gebläsekühlung besonders eignet. Der außen liegende Eisenkörper ist in üblicher Weise aus isolierten Blechen aufgeschichtet; er umschließt die aus flachen Scheibenspulen bestehende Wicklung, die durch und durch mit Isoliermasse getränkt und so gegen Staub und Feuchtigkeit völlig unempfindlich gemacht ist. Durch geeignete Isolationsstücke wird zwischen den einzelnen, senkrecht hängenden Spulen ein gewisser Spielraum gehalten; durch die so entstandenen Kanäle geht von unten her der aus dem Sockel kommende Luftstrom, er bestreicht die freien Seitenflächen der Spulen und führt auf diese Weise die entwickelte Stromwärme unmittelbar ab.

Die Lufttransformatoren haben gerade für Eisenbahnfahrzeuge viele Vorteile gegenüber Öltransformatoren. Bei letzteren kann der Kessel undicht werden, das Öl kann verschlammten und Feuchtigkeit aufnehmen, muß also zeitweilig nachgeprüft und erneuert werden, so daß ständig eine gewisse Überwachung nötig ist. Beim Lufttransformator fällt das alles weg, er hat überdies noch den sehr wich-

tigen Vorzug, daß er infolge Fortfalles des schweren Ölkessels sehr viel leichter ist als ein Öltransformator gleicher Leistung; der hier verwendete Transformator wiegt bei 1600 kVA Dauerleistung nur rd. 8,5 t. Trotz dieses geringen Gewichtes ist seine Wärmekapazität durchaus genügend, um zeitweilige starke Überlastungen, wie sie der Eisenbahnbetrieb mit sich bringt, aufzunehmen, zumal man es in der Hand hat, in solchen Fällen die Kühlung zu verstärken. Als besondere Vorsichtsmaßregel ist hier, wie übrigens auch beim Motor, eine Meßspule mit Fernthermometer in die Wicklung eingebaut, mittels dessen der Führer von seinem Stand aus die Temperatur dauernd überwachen kann.

Die Fig. 92 gibt eine Außenansicht des Transformators, die den Aufbau erkennen läßt. Der Sockel wird durch einen Gußeisenrahmen gebildet, der zugleich als Luftkammer dient. Auf ihm ruht der mit einer Anzahl kräftiger Schraubenbolzen befestigte und gleichzeitig zusammengedrückte Eisenkörper; seine äußere Mantelfläche liegt vollkommen frei, kann also die in ihm entwickelte Wärme unmittelbar an die angrenzende Luft abgeben. Die Wicklung liegt in seinem Innern völlig geschützt; die unteren Spulenköpfe werden durch den Gehäusefuß, die oberen durch eine Blechhaube abgeschlossen, die in ihrem Deckel mehrere mit Drahtsieben versehene Öffnungen enthält, aus denen die Kühlluft in den Maschinenraum austritt. Die Anschlüsse liegen sämtlich am oberen Ende; die Hochspannungszuleitung wird durch ein Kabel gebildet und ist durch einen

Isolator geführt, ebenso die Erdleitung; die Niedervolt-ableitungen bestehen aus Flachkupferbändern und gehen durch eine mit Isoliermasse getränkte Holzleiste hindurch; an ihre Endpunkte schließen sich die zu den Schützenschaltern führenden Anschlußleitungen an.

Die Schützenschalter sind in unmittelbarer Nähe des Transformators aufgebaut, weil dann die Verbindungsleitungen zwischen beiden am kürzesten werden. Es sind

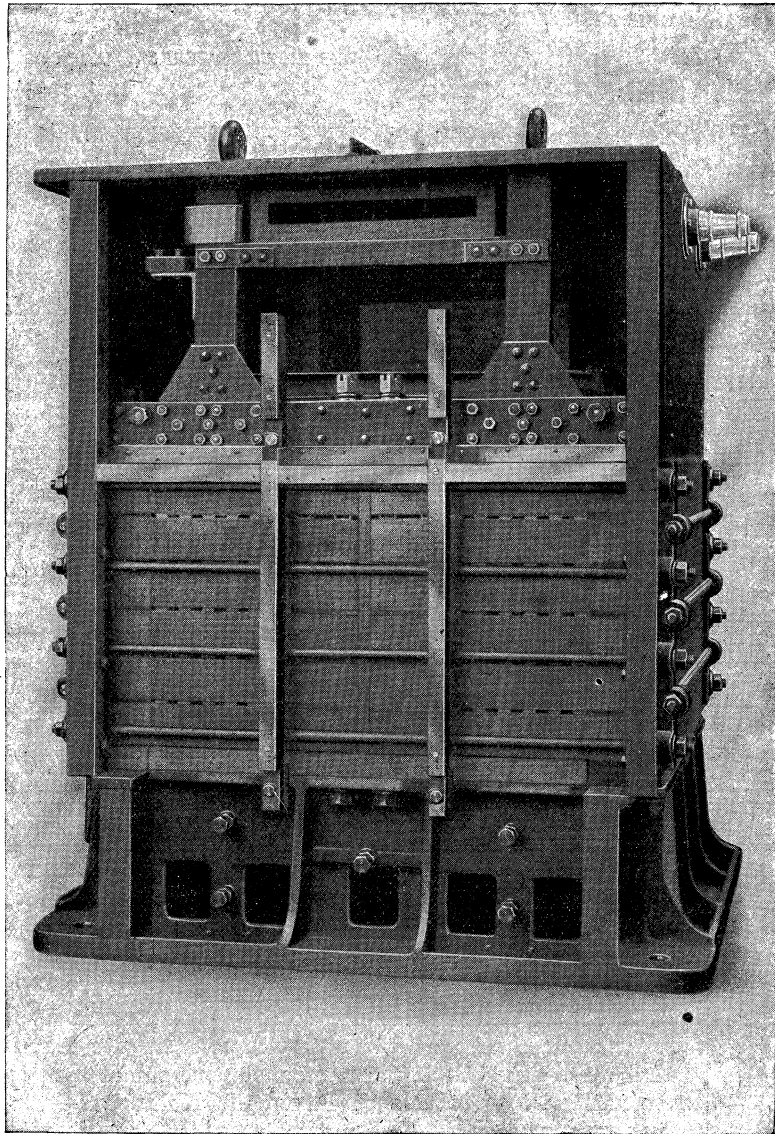


Fig. 92. Lufttransformator für Gebläsekühlung (Vorderwand der Blechhaube abgenommen).

Spannung der Hochvoltseite	15 000 V	Dauerleistung	1 600 kVA
Spannung der Niedervoltseite	350 V	Gewicht	8,5 t

insgesamt 16 Schalter vorhanden, eingeteilt in 4 Sätze von je 4 Schaltern, die jeweils zu einer gemeinsamen Gruppe zusammengebaut sind. Fig. 93 zeigt eine solche Gruppe. Die Schützen arbeiten nach dem elektropneumatischen System; die Kontakte werden durch einen Luftkolben geschlossen, durch eine starke Rückzugfeder geöffnet. Der Luftkolben gleitet in einem Luftzylinder; der Ein- und Austritt der Druckluft wird durch ein Ventilpaar gesteuert, dieses wiederum durch einen Elektromagneten betätigt. Die erforderliche Druckluft wird mit 5 Atm. Spannung einem Hilfsbehälter entnommen, der seinerseits aus dem Hauptluftbehälter über ein Reduzierventil gespeist wird. Die Kontaktstücke haben die Form schwach abgerundeter Hörner; beim Schließen kommen zunächst die Spitzen zu-

sammen, wälzen sich dann aufeinander ab, so daß sich zum Schluß nur die hinteren Ende berühren. Diese Stellung behalten sie im eingeschalteten Zustande bei. Beim Öffnen geht derselbe Vorgang in umgekehrter Reihenfolge vor sich; zunächst rollen die Kontakte aufeinander ab, bis nur noch die Spitzen zusammenliegen, dann erfolgt hier das Abreißen des Stromes. Der Öffnungsfunke tritt also nur an den Spitzen auf; er läuft von dort, durch ein kräftiges Magnetgebläse nach außen getrieben, an besonderen Funkenhörnern entlang, die ihn in der Mitte des Schutzkastens halten und an seitlichem Ausweichen hindern. Es sind also keine besonderen Abreiß- und Hauptkontakte vorhanden, vielmehr dient ein einziger Kontaktsatz für beides, und zwar mit den Spitzen als Abreißer, mit den hinteren Enden als Dauerkontakt. Die letzteren bleiben ständig blank, weil dort nie eine Stromunterbrechung stattfindet, und weil die Kontaktstücke während des Abwärtsworganges unter dem starken Druck der Luftkolben um ein gewisses Stück gegeneinander gleiten, so daß etwaige Unebenheiten immer wieder abgeschliffen werden.

Die Luftkolben haben die übliche Lederman-schettendichtung. An dem oberen Ende der Kolbenstange ist mittels Isolators eine Gabel befestigt, die in den beweglichen Kontakthebel eingreift. Die vier Luftzylinder jeder Gruppe sind als gemeinsamer Gußkörper ausgebildet und dienen zugleich als Fuß für die ganze Gruppe. An den vier Ecken sind Bolzen angebracht, die die Deckplatte tragen. An dieser sind unten die einzelnen Kontaktsätze und Blasspulen mit ihren Schutzkästchen isoliert befestigt; jeder dieser Teile kann für sich nach Lösen weniger Schrauben leicht und bequem herausgenommen und nötigenfalls erneuert werden.

An der Vorderwand des Zylinderkörpers sitzen die Magnetventile. Der in den Gußkörper luftdicht eingepreßte Ventilsitz enthält oben das Einlaß-, unten das Auslaßventil. Beide sind durch einen nadelförmigen Stift verbunden. Das Auslaßventil ist mit einem längeren Führungsbolzen versehen, gegen den von unten her mittels einer auf eine gewisse Vorspannung eingestellten Spiralfeder der Magnetanker drückt. Die zwischengeschaltete Feder hat eine doppelte Aufgabe: sie macht den Druck, mit dem die Ventile angehoben werden, von der Zugkraft des Magneten unabhängig und ermöglicht ferner ein Anziehen des Ankers bis zum festen Anliegen am Kern, was bekanntlich bei Wechselstrommagneten eine notwendige Voraussetzung für das Vermeiden von Brummen ist. Zum gleichen Zwecke ist auch das Ankereisen in üblicher Weise mit einem Kurzschlußring versehen, der einen Teil der Berührungsfläche umgibt. Der Anker ist U-förmig gestaltet, ebenso der feststehende Kern. Die Erregung erfolgt durch eine mit 60 V Wechselstrom aus einem kleinen Hilfstransformator gespeiste Spule. Zum Anheben der Ventile genügt eine sehr kleine Kraft; der Magnet übt bei normaler Spannung etwa das Zehnfache dieses Druckes aus, so daß er auch dann noch vollkommen sicher anspricht, wenn die Spannung auf die Hälfte und darunter sinkt, was im Betrieb bisweilen vorkommt. Hierin liegt ein Hauptvorteil der elektropneumatischen Schalter. Bei rein elektrischen Schützen, bei denen also der Magnet die Kontakte unmittelbar betätigt, wäre das praktisch nicht durchführbar; denn die Luftzylinder geben bei 100 mm Durchmesser rund 5 Atm. Luftdruck eine Kolbenkraft von rd. 400 kg; ein Magnet, der auch bei dem im Bahnbetrieb unvermeidlichen Spannungsabfall eine solche Kraft ausüben soll, müßte ganz unförm-

liche Abmessungen erhalten. Überdies arbeiten große Wechselstrommagnete stets mit heftigem Schlag, während ein Luftkolben nur eine sehr geringe Masse hat und seine Bewegungen durch die Luftströmung so gedämpft werden, daß sie, wenn auch rasch und kräftig, so doch stets ohne Stoß erfolgen. Mechanisch gesteuerte Schützen sind zwar gleichfalls von der Fahrdrahrtspannung unabhängig und von Stößen frei, doch läßt sich auch bei ihnen bei weitem nicht solch hoher Anpressungsdruck erreichen, wie bei Luftschützen. Die Kontakte müssen also viel breiter gemacht werden, infolgedessen baut sich der ganze Schalter größer. Überdies neigt ein langes Steuergestänge bei den unvermeidlichen Formänderungen des Lokomotivkastens leicht zu Klemmungen; das Gefühl für die richtige Stellung wird dadurch beeinträchtigt, und es ist keine Sicherheit gegen Stehenlassen in halb geöffnetem Zustand vorhanden; die Geschwindigkeit des Öffnens und Schließens hängt ganz von der Bewegung des Handrades ab; das Schalten erfordert einen ziemlichen Kraftaufwand, das Zurückschalten auf Null geht nur langsam vor sich, und es müssen dabei sämtliche vorhergehenden Schaltstufen nochmals durchlaufen werden. Von all diesen Nachteilen sind die hier verwendeten elektropneumatischen Schützen gänzlich frei; sie lassen sich mühelos und beliebig schnell steuern, sind klein und leicht, schalten auch starke Überströme mit vollkommener Sicherheit ab, die Abnutzung der Kontakte ist verschwindend gering und die Betriebssicherheit mindestens so hoch wie bei mechanischer Steuerung; und selbst wenn einmal ein Schütz ganz ausfallen sollte, so schadet das nichts, weil immer mehrere, und zwar sechs Stück, gleichzeitig eingeschaltet sind, in solchem Falle also die übrigen fünf den Strom übernehmen würden.

Diese Schaltung ist deswegen notwendig, weil der Motor beim Anfahren bis zu 10000 A aufnimmt, während jedes Schütz dauernd nur bis 1500 A belastet werden soll. Um die Gesamtzahl der erforderlichen Schützen möglichst niedrig zu halten, ist hier eine eigentümliche Schaltung in Verbindung mit Schaltdrosselspulen, sog. Stromteilern, benutzt. Fig. 94 zeigt diese Anordnung schematisch, Fig. 95 das vollständige Schaltbild. Die Sekundärwicklung des Transformators T ist mit Anzapfungen bei 60, 80, 100 V usw. versehen; ein Stromteiler t_1 , der etwa die Form eines normalen Drehstromtransformators hat, ist mit seinen drei Enden an die Anzapfungen 60, 100, 140 V gelegt; in seinem Sternpunkt stellt sich der Mittelwert der drei Spannungen, also 100 V ein. Ebenso ist ein zweiter, gleichartiger Stromteiler t_2 an die dazwischenliegenden Anzapfungen 80, 120, 160 V angeschlossen, die Spannung in seinem Sternpunkt beträgt somit 120 V. Beide Sternpunkte sind mit den freien Enden eines dritten Stromteilers t_3 verbunden, der die

Form eines Einphasentransformators hat; in dem Mittelpunkt seiner Wicklung tritt daher der Mittelwert beider Sternpunktsspannungen, also 110 V auf. Zwischen den Mittelpunkt der Spule t_3 und den Endpunkt der Transformatorwicklung ist der Motor eingeschaltet. Entnimmt letzterer nun der Spule t_3 einen gewissen Strom, so verteilt sich dieser auf beide Spulenhälften gleichmäßig; denn ein etwaiger Überschuß in einer Hälfte würde sofort ein starkes Streufeld erzeugen, das den Strom in dieser Hälfte zu verkleinern, in der anderen zu vergrößern sucht; erst wenn beide Hälften den gleichen Strom führen, tritt Gleichgewicht ein. Jeder der beiden dreifachen Stromteiler erhält also in seinem Sternpunkt die Hälfte des gesamten Motorstromes zugeführt; jede Stromhälfte teilt sich dann weiter über die drei Schenkel wieder in drei gleiche Teile, so daß

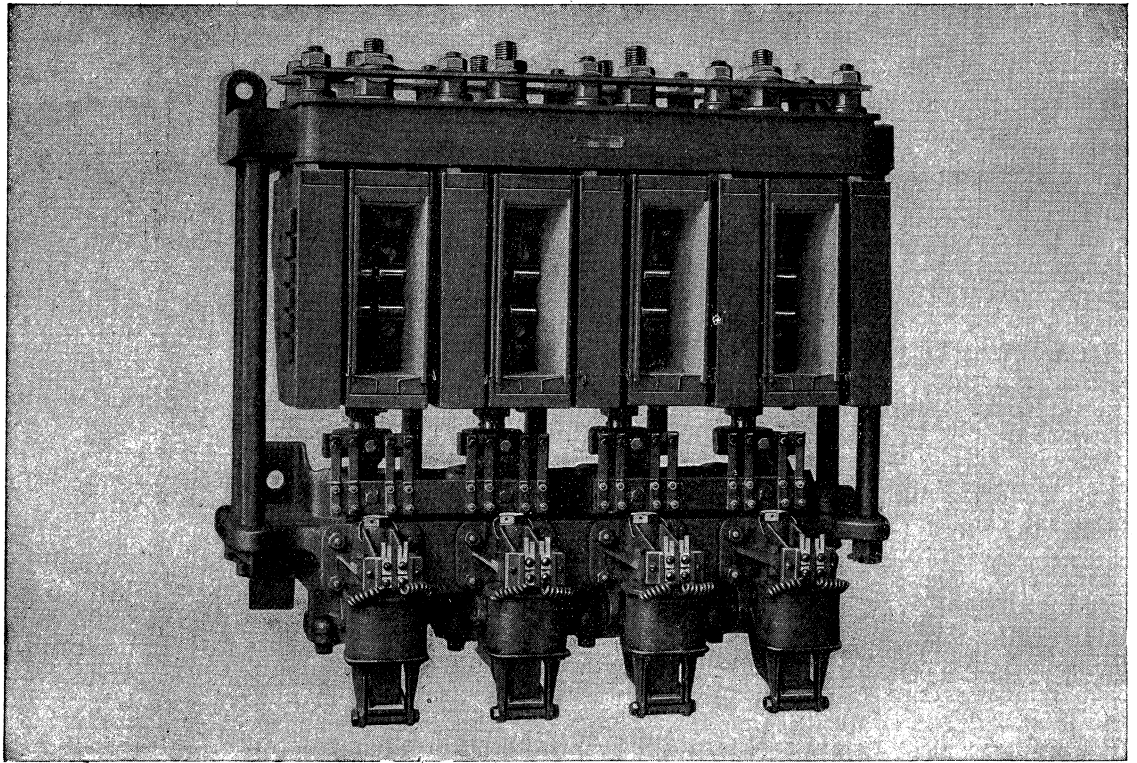


Fig. 93. Schützenschaltergruppe, 4×1500 A Dauerstrom.

auf jeden Anschlußpunkt ein Sechstel des Motorstromes kommt.

Beim Umschalten auf die nächste höhere Stufe wird die Verbindung bei Anzapfung 60 V gelöst, wobei vorübergehend die übrigen fünf Anschlüsse den ganzen Strom führen müssen, und der betreffende Schenkel des Stromteilers t_1 an die auf die ganze Gruppe folgende Anzapfung, 180 V, gelegt; die Spannung in seinem Sternpunkt wächst dann von 100 auf 140 V, die im Mittelpunkt von t_3 von 110 auf 130 V. Beim Übergang auf die dritte Schaltstufe bleibt die Schaltung der Spule t_1 ungeändert, dafür wird jetzt die Verbindung bei 80 V geöffnet, und der zugehörige Schenkel von t_2 an die Anzapfung 200 V gelegt usw. Auf der ersten Stufe sind also die Schalter 1 bis 6, auf der zweiten die Schalter 2 bis 7 geschlossen usw. Die meisten Schalter werden somit für mehrere Stufen benutzt; man erhält mit den vorhandenen 16 Schaltern 11 Schaltstufen. Außerdem sind noch einige Vorstufen dadurch geschaffen, daß die ersten sechs Schalter nicht gleichzeitig geschlossen werden, sondern stufenweise nacheinander, wobei die dann nur teilweise eingeschalteten Spulen t_1 t_2 t_3 drosselnd wirken; auf diese einfache Weise wird ein sanftes Anfahren des Motors erreicht. Um jede falsche Schaltung zu vermeiden, sind die Schützen unter sich mittels elektrischer Kontakte

so verriegelt, daß immer nur sechs aufeinanderfolgende Schalter gleichzeitig geschlossen sein können, und daß das Schütz an einem Ende der Gruppe immer erst vollständig ausgeschaltet sein muß, ehe das am anderen Ende folgende Schütz geschlossen werden kann.

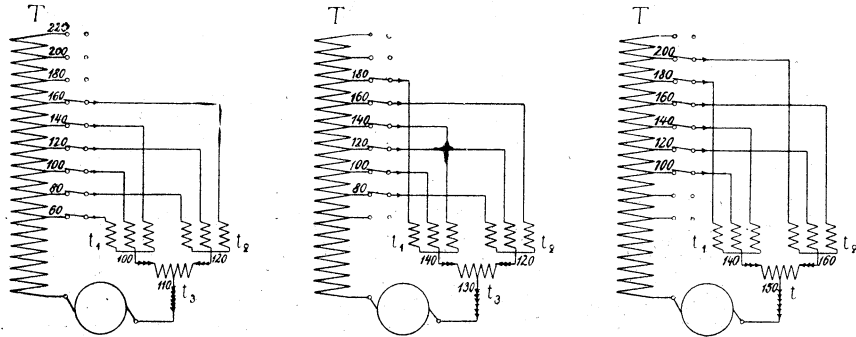


Fig. 94. Schema für die Schaltung der Stromteiler.

Da der Strom beim Übergang von einer Stufe zur anderen nicht unterbrochen wird, sondern gewissermaßen nur eine Spannungsverschiebung stattfindet, so brauchen die Schützen immer nur gegen eine verhältnismäßig kleine Spannungsdifferenz abzuschalten. Sie sind aber sehr wohl imstande, auch den vollen Motorstrom bei voller Spannung zu unterbrechen; von dieser Eigenschaft wird Gebrauch gemacht, um beim Ausschalten des Motors ein nochmaliges Durchlaufen aller vorhergehenden Schaltstufen zu vermeiden. Der Führerschalter, mit dem die Schützen gesteuert werden, hat zu dem Zweck eine durch einen besonderen Druckknopf zu betätigende Vorrichtung, die eine Unterbrechung des gesamten Steuerstromes bewirkt. Eine solche erfolgt auch, wenn der zulässige Höchststrom des Motors überschritten wird, und wenn die Fahrdrachtspannung einige Zeit ausbleibt, und zwar durch ein Maximalrelais bzw. durch ein verzögertes Nullspannungsrelais. In allen Fällen ist ein Wiedereinschalten des Motors immer nur von der ersten Schaltstufe aus möglich.

Der Antrieb des Führerschalters ist mit dem für die Bürstenverschiebung zusammengebaut. In der rechten Ecke jedes Führerstandes ist ein Bock mit zwei konzentrischen Handrädern angebracht; das größere dient für die Bürstenverschiebung, das kleinere für den Fahrtschalter. Das eine ist gegen das andere verriegelt, und beide gemeinsam wieder gegen einen Ordnungsschalter, der einen Lufthahn für die Stromabnehmer und den Ölschalter betätigt. Der Handgriff dieses Ordnungsschalters dient zugleich auch zum Öffnen der Hochspannungskammer; der Türverschluß ist in der üblichen Weise so eingerichtet, daß der Griff sich nur bei ordnungsmäßig geschlossener Tür abziehen läßt. Mit dem Ordnungsschalter werden zunächst die Stromabnehmer angelegt und darauf der Ölschalter geschlossen. Dann läßt sich das große Handrad auf die gewünschte Fahrtrichtung einstellen; jetzt ist der Fahrtschalter frei und kann eingeschaltet werden. Ist die höchste Fahrstufe erreicht, so ist das große Handrad

wieder entriegelt, so daß man die Bürsten in dem der betreffenden Fahrtrichtung entsprechenden Sinne verschieben und damit die Fahrgeschwindigkeit noch weiter steigern kann. Die jeweilige Stellung des Kontrollers und des Bürstenringes läßt sich an einer über dem Steuerbock liegenden Anzeigevorrichtung ablesen, deren Zifferblatt bei Dunkelheit durch kleine, in die Zeiger eingebaute Lämpchen beleuchtet werden kann.

Mit der gleichen Einrichtung sind auch die Instrumente im Führerstand versehen, nämlich Manometer für Haupt- und Hilfsbehälter und Bremse, Geschwindigkeitszeiger, Spannungszeiger für die Fahrdrachtspannung, Stromzeiger für den Motorstrom, außerdem eine Fernzeigevorrichtung für den Wasserstand des Heizkessels und eine Signaleinrichtung, die in Tätigkeit tritt, wenn der Motor unter Strom steht, aber infolge Überlastung, z. B. bei nicht gelöster Bremse, nicht durchziehen kann.

Die Anordnung der Apparate in den Führerständen ist in den Fig. 96 u. 97 dargestellt. An der rechten Seite jedes Führerstandes befindet sich unter dem Stirnwindfenster ein Schrank, in den der Antriebsbock nebst Handrädern und Anzeigevorrichtung, das Getriebe für die Bürstenverschiebung und der Fahrtschalter sowie das Führerbremsentventil und der Hahn für den Preßluftsandstreuer eingebaut sind. Links neben diesem Schrank liegt der von den Deuta-

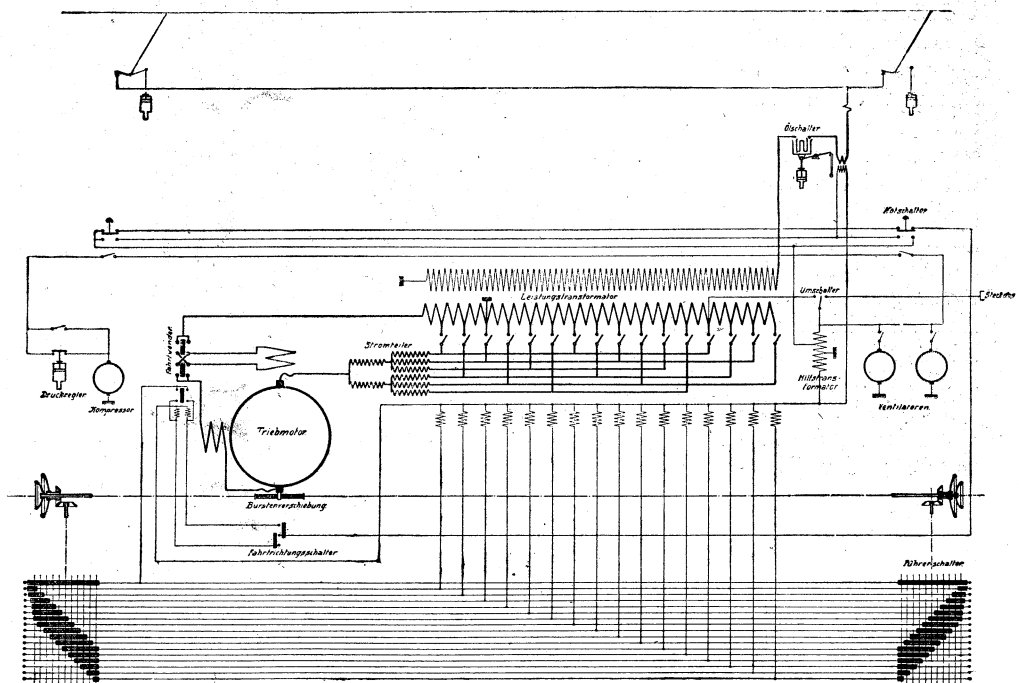


Fig. 95. Gesamt-Schaltbild.

- | | | |
|----------------------|--|--|
| St Stromabnehmer | N Notschalter | B Bürstenverschiebung |
| Oe Ölschalter | Do Steckdose für Schuppen-
spannung | G Motorgebläse |
| T Haupttransformator | F Führerschalter | V Transformatorgebläse |
| Hb Schützenschalter | Fw Fahrtwender | H Heizkesselgebläse |
| Sd Stromteiler | R Fahrtrichtungsschalter | L Luftpumpe |
| HT Hilstransformator | M Antriebsmotor | Dr Selbsttätiger Schalter
für Luftpumpe |
| U Umschalter | | |

Werken gelieferte Geschwindigkeitszeiger, in der rechten Ecke an der Seitenwand sind die Manometer, ein Druckknopf zum Auslösen des Ölschalters in Notfällen, Drehschalter für Motor- und Transformatorgebläse und Luftpumpe, über dem Stirnwindfenster die elektrischen Meßinstrumente so angeordnet, daß sie gut übersichtlich sind, ohne aber den Ausblick auf die Strecke zu beeinträchtigen. An der Decke sind Handgriffe zum Betätigen der Druckluftpfeife und einer Motorsirene angebracht.

Der hintere, über der Bisselachse liegende Führerstand enthält außerdem den für die Heizung des Zuges bestimmten Dampfkessel. Der von ihm gelieferte Dampf kann von dort aus mittels eines Dreiweghahnes nach dem vorderen oder hinteren Ende der Lokomotive geleitet werden wo sich Rohrstützen mit Absperrhähnen zum Anschluß von Heizschläuchen befinden. Der Heizkessel ragt teilweise in den Führerstand hinein, sämtliche Handgriffe, Hähne und sonstigen Armaturen liegen so, daß der Führer den Kessel bequem mitbedienen kann. Die Heizung des Kessels erfolgt mit Koks unter Zuhilfenahme eines durch einen 7 PS-Elektromotors angetriebenen Saugzuggebläses. Die Beschickung des Kessels geschieht mittels einer Mitnehmerwalze, die in die untere Mündung des trichterförmigen Kohlenbunkers eingebaut ist. Dieser hat ein Fassungs-

vorrichtungen, und zwar beim vorderen einen drehbaren Schieber in der Stirnwand, beim hinteren Klappen im Kessel-aufbau, die durch einen Zuggriff geöffnet und geschlossen werden können.

An der Rückwand jedes Führerstandes befindet sich eine Schalttafel, in dem am Transformatorende gelegenen eine größere mit Schaltern und Sicherungen für Beleuchtung, Heizung, Steuerung und die sonstigen Nebenstromkreise, ferner Maximal- und Nullspannungsrelais, Fernthermometer sowie Hilfsschützen für die Gebläse- und Luftpumpenmotoren, endlich noch einem Hebelumschalter, mit dem

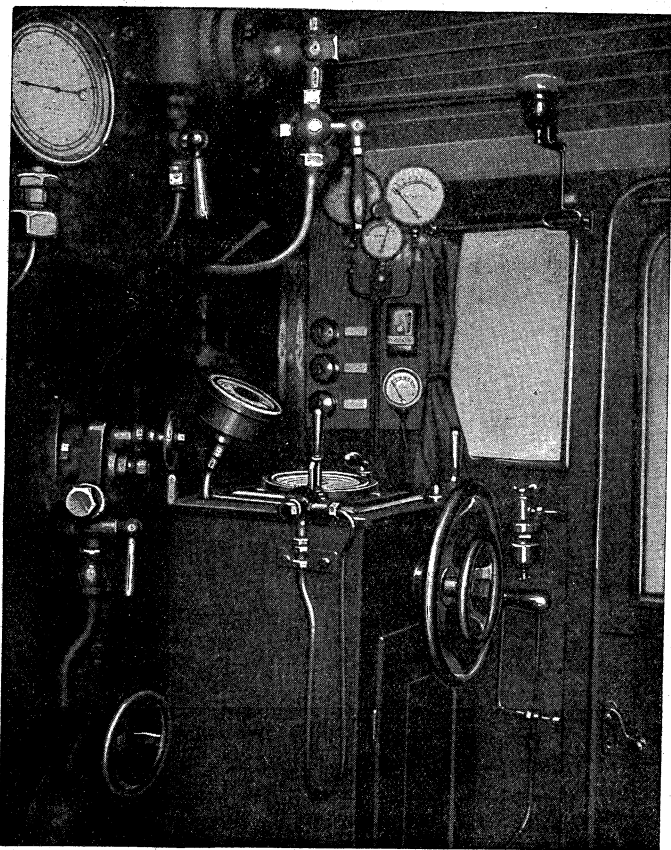


Fig. 96. Führerstand der Heizkesselseite.

vermögen von rund 700 kg; er ist unmittelbar mit dem Kessel verbunden und sitzt dicht an der hinteren Stirnwand der Lokomotive unter einem Aufbau, der zwischen beiden Stirnwandfenstern vorspringt und so schmal ist, daß der Führer an ihm vorbeisehen kann. Neben ihm liegen beiderseits die Wasserbehälter, die aber nur bis zur Unterkante der Stirnwandfenster reichen, so daß sie den Ausblick auf die Strecke nicht hindern. Zur Speisung des Kessels dient ein am Kessel angebrachter Injektor sowie eine in der linken Ecke des Führerstandes auf dem Fußboden stehende Speisepumpe.

Der andere Führerstand enthält zwischen beiden Stirnwandfenstern einen Kleiderschrank, in der linken Ecke ein Schreibpult mit Sitz für den Zugführer, die etwas höher liegen, so daß man von dort aus die Strecke gut übersehen kann. Darunter befinden sich Schubkästen zur Aufnahme von Werkzeug, kleinen Ersatzteilen u. dgl.

In beiden Führerständen sind vor jedem Stirnwandfenster von innen aus mittels Handgriff zu bewegende Fensterreiniger angebracht; sie enthalten ferner Entlüftungs-

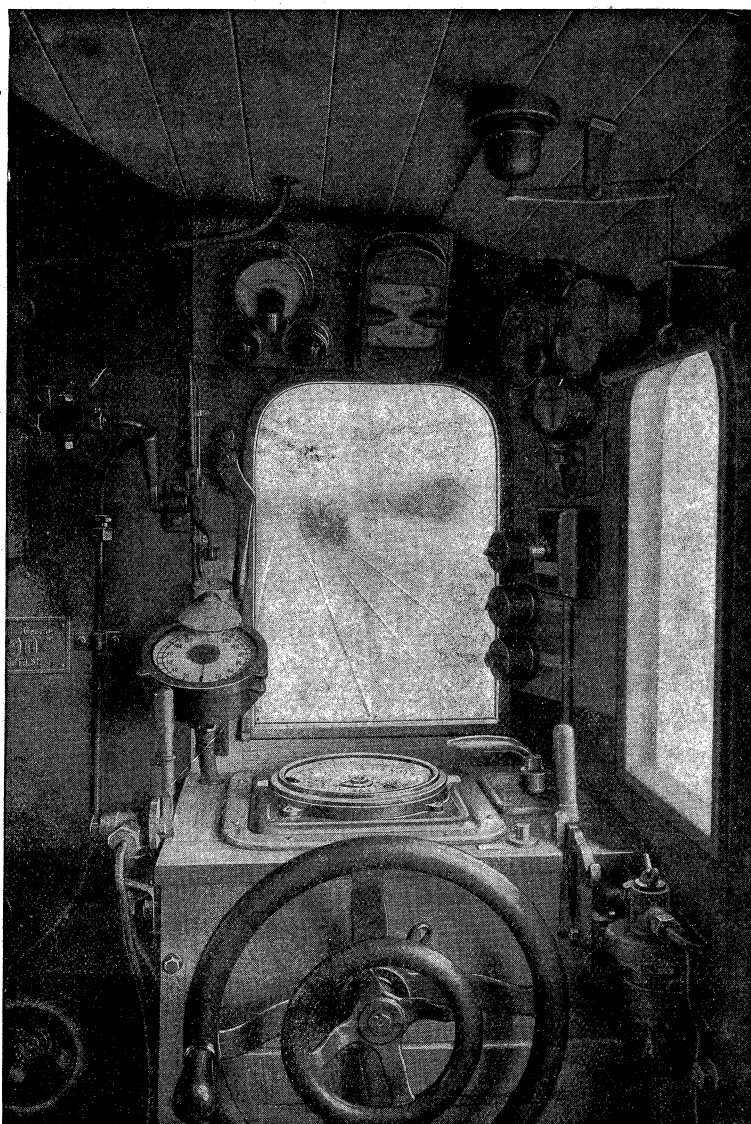


Fig. 97. Führerstand der Transformatorseite.

sämtliche Nebenstromkreise entweder an den Haupttransformator oder an eine zum Anschluß an die Leitung im Lokomotivschuppen bestimmte Steckdose gelegt werden können; in dem anderen Führerstand eine kleinere Tafel mit Sicherungen und Schaltern für die an diesem Ende liegenden Beleuchtungskörper und Signallaternen. Im vorderen Führerstand ist außerdem eine Handluftpumpe mit den zugehörigen Bügel- und Umschalhähnen angebracht, mit Hilfe deren die Stromabnehmer angehoben werden können, falls der Hauptbehälter keinen Druck mehr enthält; im anderen Führerstand eine elektrische Heizplatte zum Anwärmen von Speisen. Beide enthalten ferner einen elektrischen Heizkörper, eine Wurfhebelbremse und einen Klappensitz für den Führer.

Die Führerstände sind durch Drehtüren mit dem Maschinenraum verbunden, der also als Durchgang zur Verbindung beider Führerstände dient.

Fig. 98 zeigt das Innere des Maschinenraumes mit dem Motor, von der Kommutatorseite aus gesehen, Fig. 99 einen Blick durch den Seitengang; man sieht im Vordergrund die zweistufige, vierzylindrige Luftpumpe Bauart Knorr mit ihrem 10 PS-Antriebsmotor und selbsttätigen Schalter, in der linken oberen Ecke den Luftschacht, an den die Gebläse angeschlossen sind; im Hintergrund die drei Stromteiler und die Schützenkammer, in deren geöffneten Tür die Schützen sichtbar sind.

Die Fig. 100 u. 101 geben Außenansichten der Lokomotive wieder. Von den beiden in der üblichen Scherenform ausgeführten Stromabnehmern sitzt der eine über

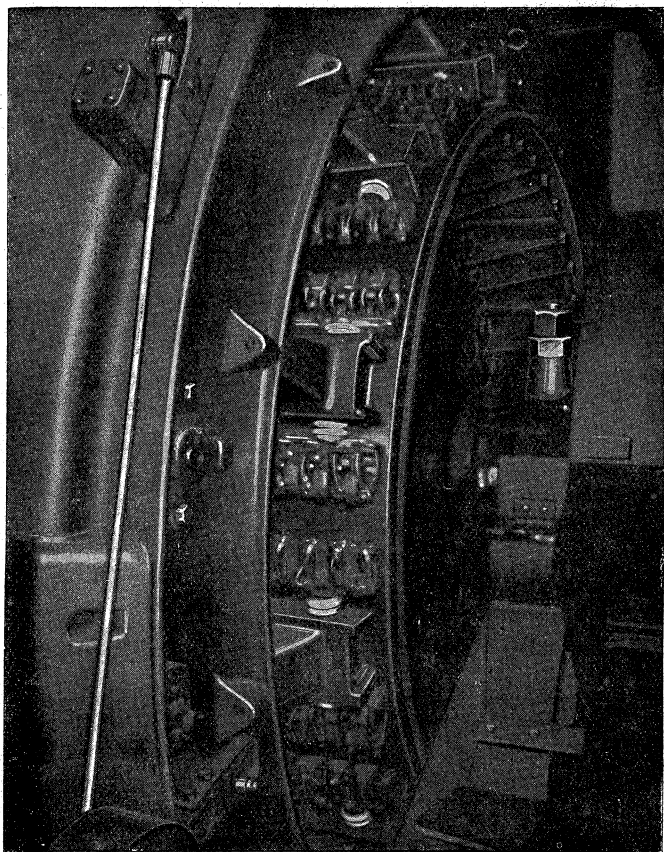


Fig. 98. Innenansicht des Maschinenraumes mit Motor.

dem Transformator, der andere zwischen der Motorhaube und dem Heizkessel. Die Verbindungsleitung zwischen beiden geht durch das Innere der Dachhaube. Letztere ist abnehmbar eingerichtet, um den darunter liegenden Motor bei Revisionen u. dgl. nach oben herausheben zu können; sie wird durch Klappschrauben gehalten. Am vorderen Ende der Haube befindet sich eine Luftkammer mit Jalousien in Vorder- und Seitenwänden, aus der die Gebläse die Kühlluft ansaugen. Auch über dem Transformator und der Hochspannungskammer sowie über dem Heizkessel sind im Dach abnehmbare Klappen angebracht. Die beiden Führerstände haben Stirn- und Seitenfenster sowie Türen mit herabbläbenden Fenstern, der Maschinenraum auf jeder Seite zwei Fenster und außerdem drei Jalousien, durch die die erwärmte Luft aus dem Innern des Maschinenraumes entweicht. Neben der Hochspannungskammer befindet sich in der Seitenwand eine abschraubbare Klappe, durch die man auch von der Seite her zu den Kontakten des Ölschalters gelangen kann. Unter dem Fußboden der Seitengänge liegen

am Vorderende zwei Hauptluftbehälter mit insgesamt 800 l Fassungsvermögen; ein Ölabschneider, verschiedene Kästen für Werkzeug, Schmiermaterial u. dgl.; ferner vor und hinter der ersten und vierten Treibachse Sandbehälter.

Die von dort abgehenden Sandstreuöhre sind so angeordnet, daß in jeder Fahrtrichtung der Sand unter alle vier Treibräder jeder Lokomotivseite gelangt.

Die Lokomotive hat im bisherigen Betrieb die vertragsmäßig verlangten Leistungen wiederholt übertroffen; auf dem Streckenabschnitt mit der stärksten Steigung und

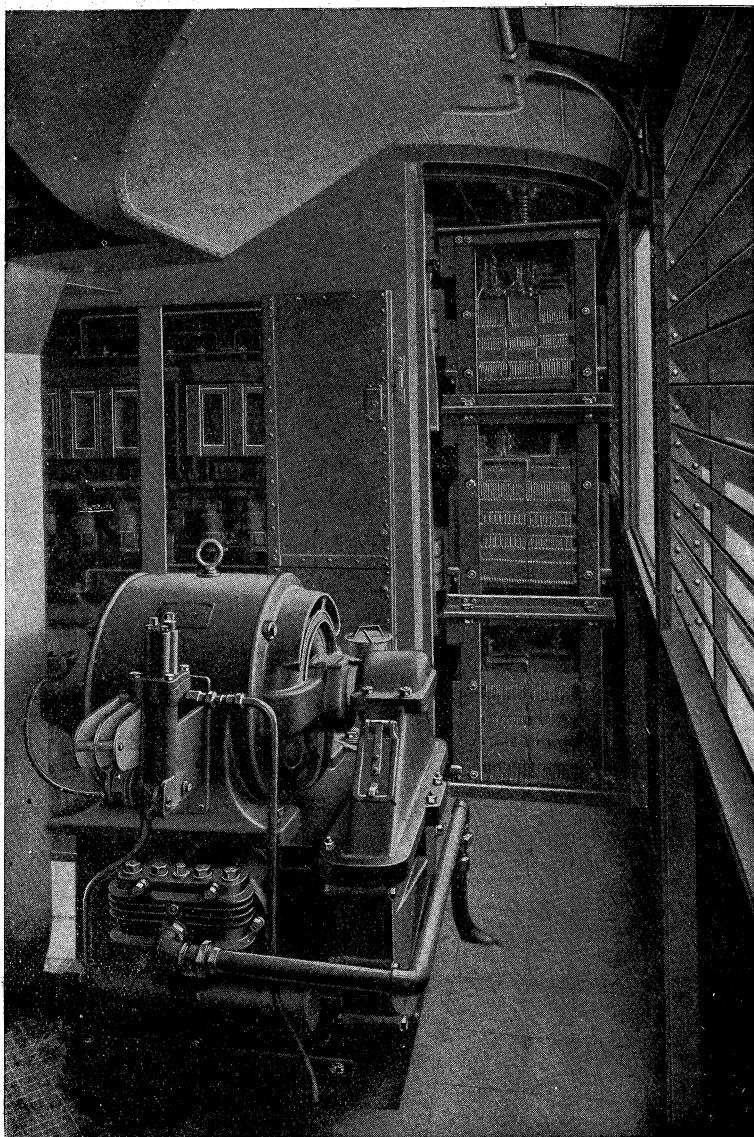


Fig. 99. Blick durch den Seitengang.

Krümmung hat sie beispielsweise Zuggewichte von über 500 t statt der vorgeschriebenen 360 t anstandslos innerhalb der festgesetzten Fahrzeit befördert; mit normalem Zuggewicht eine Fahrzeit von 8 Minuten statt der fahrplanmäßigen 11 Minuten erreicht. Das Anfahren des vollen Zuggewichtes in 20‰ Steigung und 180 m Krümmung geht ohne Schwierigkeit vor sich; der Motor gibt beim Anlauf mit Leichtigkeit ein solches Drehmoment her, daß die Treibräder bei jedem Zustand der Schienen zum Schleudern kommen.

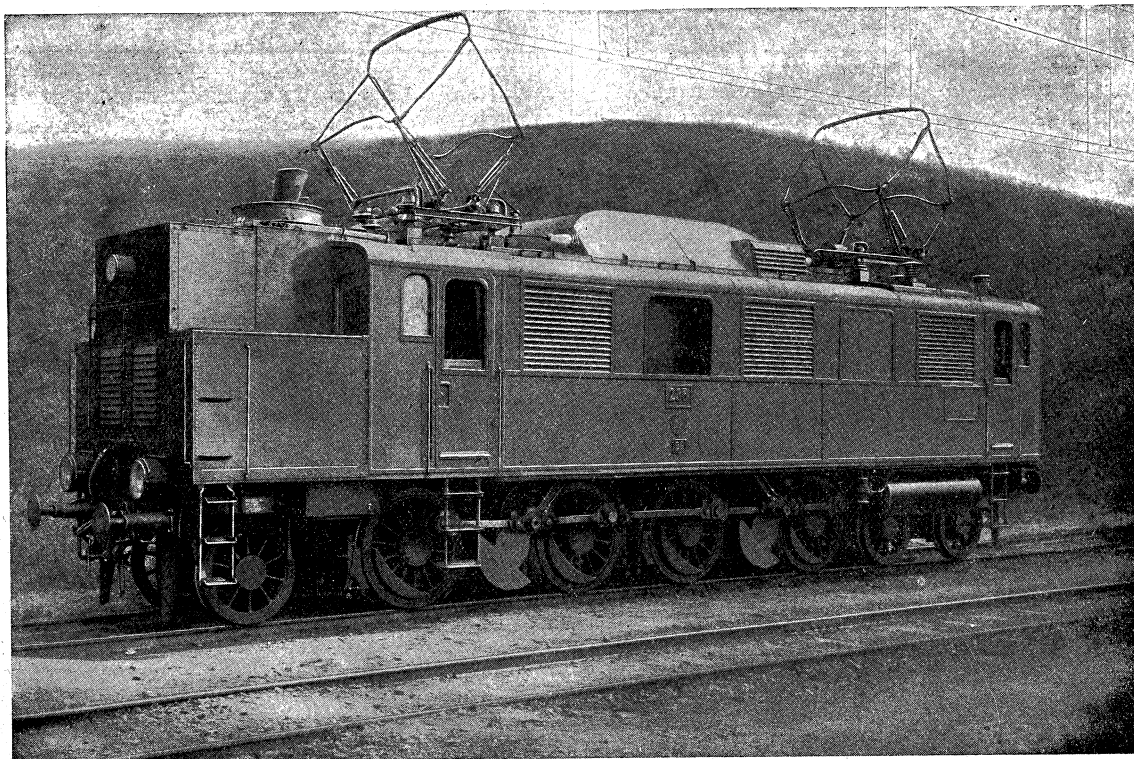


Fig. 100. Seitenansicht der Lokomotive.

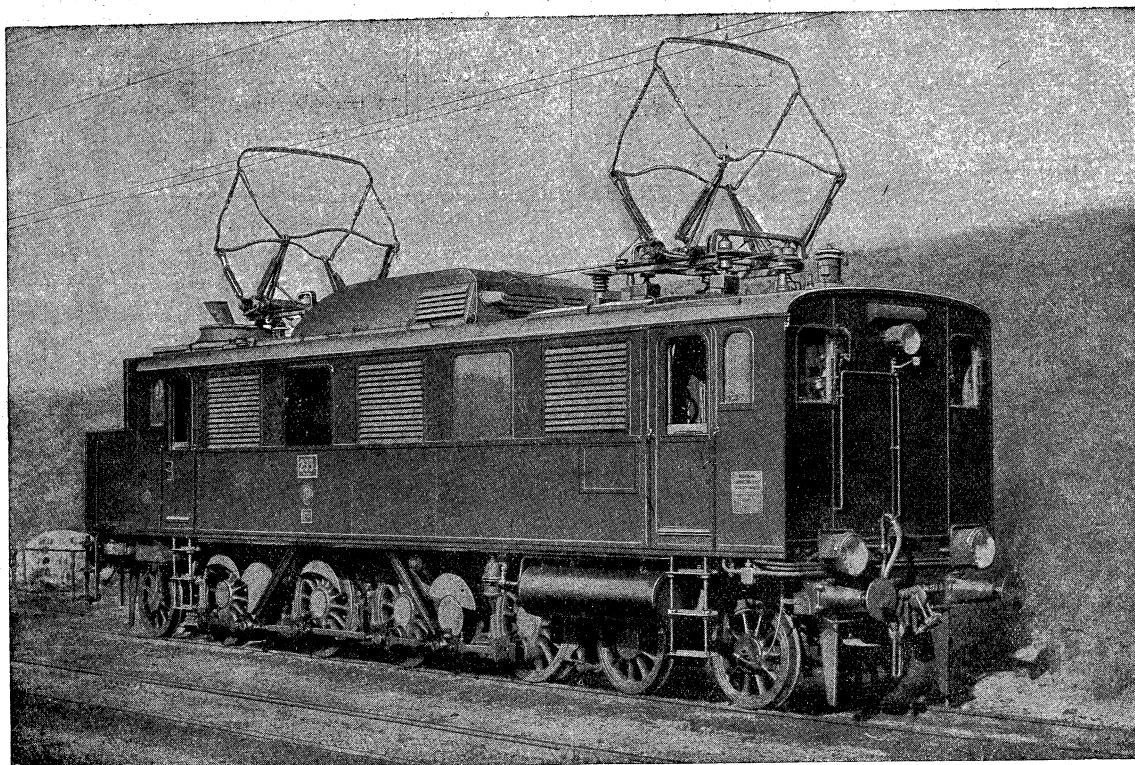


Fig. 101. Ansicht der Lokomotive vom Transformatorende.

Elektrizitätsversorgung.

Die »Eidgenössische Sammelschiene«. Zur Vereinheitlichung der Elektrizitätsversorgung in der Schweiz ist ein bedeutender Schritt vorwärts getan worden. Für Bau und Betrieb des ersten 125 km langen Stückes der »Eidgenössischen Sammelschiene« ist soeben eine besondere Gesellschaft ins Leben gerufen, die »Aktiengesell-

schaft für Vermittlung und Verwertung von Elektrizität«. Die Eidgenössische Sammelschiene soll eine die ganze Schweiz vom Bodensee bis zum Genfersee durchziehende 250 km lange 110000 Voltleitung werden, durch die alle größeren schweizerischen Elektrizitätswerke verbunden werden, zum Zweck der Abgabe überschüssiger Energie und des Bezuges von Reserve-Energie und zur günstigeren Gestaltung der Belastungsverhältnisse in den